



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ciencias Físicas
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos

**“Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de
agua potable de la localidad de Chirchir, distrito de
Condebamba - Cajamarca”**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos

AUTOR

Leoncio Ananias SEGURA CAYETANO

ASESOR

Douglas Donal SARANGO JULCA

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Segura, L. (2019). *Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Chirchir, distrito de Condebamba - Cajamarca*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos. Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

HOJA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

CODIGO ORCID DEL AUTOR:

CODIGO ORCID DEL ASESOR: 0000-0001-7963-1507

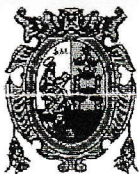
DNI:

GRUPO DE INVESTIGACIÓN: NINGUNO

INSTITUCIÓN QUE FINANCIA PARCIAL O TOTALMENTE LA INVESTIGACIÓN: INVERSIÓN PROPIA

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DONDE SE DESARROLLÓ LA INVESTIGACIÓN. DEBE INCLUIR LOCALIDADES Y COORDENADAS GEOGRÁFICAS

AÑO O RANGO DE AÑOS QUE LA INVESTIGACIÓN ABARCÓ:



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO DE FLUIDOS
MODALIDAD (M-1)

Siendo las 17:15 horas del lunes 28 de enero de 2019, en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos, bajo la presidencia del Dr. Ing. CÉSAR ALEJANDRO QUISPE GONZÁLES y con la asistencia del asesor MSc. Ing. DOUGLAS DONAL SARANGO JULCA, y miembros Ing. GUIDO AMÉRICO ROZAS OLIVERA e Ing. WILLIAM WILFREDO CHAUCA NOLASCO de conformidad con la Resolución Rectoral N° 01934-R-02 que aprueba las diferentes modalidades de Titulación Profesional, se dio inicio a la Sesión Pública de Sustentación de Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos, del Bachiller:

LEONCIO ANANIAS SEGURA CAYETANO

Dando lectura al Resumen del Expediente, el Presidente del Jurado, invita al Bachiller LEONCIO ANANIAS SEGURA CAYETANO a realizar la Exposición del Trabajo de Tesis titulada: "DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE CHIRCHIR, DISTRITO DE CONDEBAMBA - CAJAMARCA".


Concluida la exposición del candidato y luego de las preguntas de rigor por parte del Jurado, el Presidente del mismo, invitó al Bachiller a abandonar momentáneamente la Sala de Sesión para dar paso a la deliberación y calificación por parte del Jurado.

Al término de la deliberación del Jurado, se invitó al candidato a regresar a la Sala de Sesión, para dar lectura a la calificación obtenida por el Bachiller, la misma que es:

.....QUINCE..... 15.....

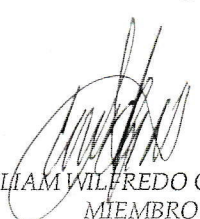
El Presidente del Jurado Dr. Ing. CÉSAR ALEJANDRO QUISPE GONZÁLES, a nombre de la Nación y de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, declaró al Bachiller LEONCIO ANANIAS SEGURA CAYETANO, Ingeniero Mecánico de Fluidos.

Siendo las 18:40 horas del mismo día, se levanta la sesión.


Dr. Ing. CÉSAR ALEJANDRO QUISPE GONZÁLES
PRESIDENTE


MSc. Ing. DOUGLAS DONAL SARANGO JULCA
ASESOR


Ing. GUIDO AMÉRICO ROZAS OLIVERA
MIEMBRO


Ing. WILLIAM WILFREDO CHAUCA NOLASCO
MIEMBRO

Dedicatoria

A quienes hicieron posible que hoy este presente aquí, a quienes hacen posible que las ganas de seguir adelante sigan intactas; mis padres por ser las personas de mi mayor consideración por su amor y su apoyo incondicional.

Resumen

Hoy en día, la falta al acceso de agua es uno de los problemas que mayormente presenta las zonas rurales; justamente donde se encuentra las poblaciones más pobres y excluidas de nuestro país; con el objeto de mejorar su salud y, en particular, combatir las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA) y contribuir de esta manera con la reducción de la desnutrición infantil, con el fin de poder mejorar la calidad de vida de toda la población, se desarrollan proyectos que permiten a las poblaciones rurales tener libre acceso al agua potable.

En la Tesis se realizara el diagnóstico para sistema existente del agua potable de la localidad de Chirchir, luego se realizara el diseño hidráulico de los componentes del nuevo sistema de agua potable de la localidad de Chirchir.

Palabras clave: Diagnostico, Sistema, Diseño, Componentes.

INDICE GENERAL

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN E INFORMACIÓN GENERAL	8
1.1 Introducción	8
1.2 Antecedentes	8
1.3 Problemática y problema a solucionar.	9
CAPÍTULO 2 - OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo General	10
2.2 Objetivos específicos	10
CAPÍTULO 3 – REVISION DE BIBLIOGRAFÍA.....	11
3.1 Métodos de cálculo de la población.....	11
3.1.1 Métodos analíticos	11
3.1.2 Métodos gráficos.....	13
3.1.3 Método racional	13
3.2 Calculo de la demanda.....	14
3.3 Captación de manantial de ladera	14
3.4 Cálculo de la línea de conducción	21
3.5 Cámaras rompe presión.....	22
3.6 Cálculo de reservorio	23
3.7 Cálculo de la red de distribución (Modelo Watercad)	25
CAPÍTULO 4 – MATERIALES Y METODOLOGÍA	27
4.1 Descripción del Área De Estudio.....	27
4.1.1 Ubicación Geográfica	27
4.1.2 Vías de Acceso.....	29
4.1.3 Numero de Vivienda y Población afectada.....	29
4.1.4 Clima.....	30
4.1.5 Precipitación	30
4.1.6 Evaluación Hidrológica	31
4.1.7 Análisis físico químico de la fuente de agua	35
4.1.8 Topografía.....	37

4.2	Descripción del servicio de agua potable.....	37
4.2.1	Captación existente “El Ojo de Agua”	40
4.2.2	Línea de conducción	41
4.2.3	Sistema de almacenamiento	41
4.2.4	Red de distribución	42
4.2.5	Conexiones domiciliarias.....	42
CAPITULO 5 – CALCULOS Y RESULTADOS		43
5.1	Condiciones generales	43
5.2	Datos iniciales	43
5.2.1	Población censada	43
5.2.2	Población actual (hab).....	43
5.2.3	Densidad poblacional (hab/viv)	43
5.2.4	Dotación	44
5.2.5	Aforo de fuente	44
5.3	Cálculos de ingeniería.....	44
5.3.1	Tasa de Crecimiento Anual.....	44
5.3.2	Proyección Poblacional.....	48
5.3.3	Calculo de la Demanda	49
5.3.4	Calculo hidráulico de la captación en manantial tipo ladera	55
5.3.5	Calculo de la línea de conducción	60
5.3.6	Calculo de la cámara rompe presión tipo 6.....	63
5.3.7	Calculo del reservorio Apoyado	64
5.3.8	Calculo de las Redes de distribución	65
CAPITULO 6 – DISCUSION DE RESULTADOS		68
6.1	De la metodología	68
6.2	De los Cálculos realizados en el software Watercad	70
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		71
Conclusiones		71
Recomendaciones.....		74
BIBLIOGRAFÍA.....		75

ANEXOS.....	77
-------------	----

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros en las líneas de conducción, aducción y distribución.	26
Tabla 2 Acceso a la Localidad de Chirchir	29
Tabla 3 Precipitación total mensual (mm)	31
Tabla 4 Aforo en época de avenida Ingreso N° 01	32
Tabla 5 Aforo en época de avenida Ingreso N° 02	32
Tabla 6 Aforo en época de avenida Ingreso N° 03	33
Tabla 7 Aforo en época de estiaje Ingreso N° 01	34
Tabla 8 Aforo en época de estiaje Ingreso N° 02	34
Tabla 9 Aforo en época de estiaje Ingreso N° 03	35
Tabla 10. Análisis Físico y Químico de la Fuente “Ojo de Agua”	36
Tabla 11 Evaluación de Población de la localidad de Chirchir	43
Tabla 12 Dotación para las diferentes Zonas del Perú.....	44
Tabla 13 Datos de cantidad de población de los Censos y padrón	45
Tabla 14 Resultados de combinar 2 censos	46
Tabla 15 Resultados de combinar 3 censos	46
Tabla 16 Comportamiento histórico de las ecuaciones.....	46
Tabla 17 Datos de cantidad de población se la localidad de Colcas según de los Censos	48
Tabla 18 Tasa de crecimiento poblacional - Colcas	48
Tabla 19 El cálculo de la población proyectada hasta el año 20	49
Tabla 20 Balance de la demanda desde el año 1 al año 20	54

INDICE DE FIGURAS

Figura 9. Orificio de entrada y salida. Fuente: “Guía para diseño y construcción de captación de manantiales CEPIS”.....	15
Figura 10. Carga sobre el orificio de salida. Fuente: “Guía para diseño y construcción de captación de manantiales CEPIS”.....	16
Figura 11. Distribución de los orificios de pantalla frontal. Fuente: “Guía para diseño y construcción de captación de manantiales CEPIS”.	18
Figura 12. Altura total de la cámara húmeda. Fuente: “Guía para diseño y construcción de captación de manantiales CEPIS”.....	19
Figura 1. Ubicación de la zona de estudio Fuente: INEI / Provincia de Cajamarca.....	28
Figura 2.Resultado del aforo. Fuente: Consorcio de Saneamiento Norte.....	33
Figura 3.Aforo en época de estiaje. Fuente: Consorcio de Saneamiento Norte	35
Figura 4. Estructuras del sistema existente. Fuente: Consorcio de Saneamiento Norte ...	38
Figura 5.Esquema existente del sistema de agua potable Elaboración: Propia	39
Figura 6. Se observa el mal estado de la captación así como la inexistencia de un cerco perimétrico. Fuente: Consorcio de Saneamiento Norte	40
Figura 7. Tubería de la línea de conducción expuesta a la intemperie con reparaciones artesanales y fugas en su recorrido. Fuente: Consorcio de Saneamiento Norte	41
Figura 8. Se aprecia claramente daños en la estructura interna del reservorio. Fuente: Consorcio de Saneamiento Norte.....	42
<i>Figura 13.</i> Curvas de las combinación de las poblaciones de Chirchir.....	47
<i>Figura 14.</i> Se muestra el déficit en los últimos 4 años	55
<i>Figura 15.</i> Líneas de conducción que une captación reservorio. Elaboración: propia.....	61
<i>Figura 16.</i> Coeficiente de Hazen y Williams. Fuente: Manual de tuberías Pavco	62

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN E INFORMACIÓN GENERAL

1.1 Introducción

La presente tesis tiene como finalidad desarrollar los diseños hidráulicos del sistema proyectado de abastecimiento de agua potable, para la localidad de Chirchir, Distrito de Condebamba, Provincia de Cajabamba, Departamento de Cajamarca.

Se empezara haciendo el diagnostico hidráulico y estructural de la situación actual de las estructuras existentes, redes de conducción y distribución de agua de la localidad de Chirchir; luego analizaremos en cantidad y calidad la fuente de agua que actualmente abastece a la localidad; inmediatamente después con la información del padrón obtenida por el Consorcio de Saneamiento Norte, proyectaremos nuestra población, calcularemos nuestra demanda y el volumen del reservorio que se requiere para un periodo futuro de 20 años, esta información calculada también será relevante para decidir si las estructuras existentes suplirá la demanda de la población futura.

Una vez obtenida los resultados de las estructuras que se mejoraran o demolerán y proyectaran y junto con el resultado de la demanda, se realizaran los diseños hidráulicos de las redes de aducción, conducción, distribución y las estructuras proyectadas de agua potable; finalmente se expondrán los resultados y las conclusiones de la tesis.

1.2 Antecedentes

Actualmente la localidad de Chirchir, dispone de un sistema de agua sin tratamiento que funciona por gravedad construida en el año de 1995.

Por otra parte la principal fuente que abastece de agua a la localidad está conformada por una captación de manantial de ladera denominada “El Ojo de Agua” construida por APRISABAC, el cual abastece a 133 predios (76.4%) de la localidad, mientras que 41 predios (23.6%) se encuentra desabastecida (Ficha de empadronamiento – Noviembre 2013 – Consorcio Saneamiento Norte).

1.3 Problemática y problema a solucionar.

La falta de agua potable en las zonas rurales de nuestro país trae como consecuencia en su población, la presencia de enfermedades diarreicas agudas (EDA) que son la segunda mayor causa de muerte en niños menores de 5 años (según la OMS), por eso es importante que las poblaciones en su 100% de habitantes cuenten con agua potable de calidad.

Para nuestro caso de estudio, la localidad de Chirchir presenta un ineficiente sistema de abastecimiento de agua; por la antigüedad del sistema de abastecimiento y por el crecimiento poblacional, solo el 76.4% de la población dispone de este servicio, además las estructuras existentes y redes de tuberías en distribución y conducción en el sistema tienen una antigüedad de 22 años; por su antigüedad y falta de mantenimiento presenta roturas, filtraciones y rajaduras; por eso es importante proyectar un sistema que abastezca al 100% de la población.

CAPÍTULO 2 - OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Realizar el diseño hidráulico del sistema proyectado de agua potable de la localidad de Chirchir, Distrito de Condebamba - Cajamarca.

2.2 Objetivos específicos

Entre los objetivos específicos se pueden mencionar

- Elaborar el diagnóstico de la situación actual del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Evaluar de la cantidad y calidad de la fuente de agua.
- Realizar los cálculos para proyectar la población al año 20.
- Elaborar los cálculos de la demanda de agua de la población proyectada.
- Realizar los cálculos hidráulicos de las estructuras y demás componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.

CAPÍTULO 3 – REVISION DE BIBLIOGRAFÍA

3.1 Métodos de cálculo de la población

3.1.1 Métodos analíticos

Para este método, calcularemos la población para una cierta región “x” se ajusta a una curva matemática; ajuste que dependerá de las características de las variables de la población censada y también será importante los intervalos de tiempo en que fueron medidos.

Método Aritmético

El método aritmético dice, el crecimiento de cierta población “x” sigue la forma de variación de una progresión aritmética, dada por la siguiente formula:

Se define:

$P_f \rightarrow$ “Población futura”

$P_0 \rightarrow$ “Población inicial”

$r \rightarrow$ “Tasa de crecimiento”

$t \rightarrow$ “Tiempo en años comprendido entre P_f y P_0 ”

$n \rightarrow$ “Número de datos de la información censal”

$$Pf = Po + rt \dots (ecu 3.1)$$

La tasa de crecimiento, se calcula con datos censales de años anteriores o también con los datos recopilados en el levantamiento de información de campo.

Método de Interés Simple

El método es aplicable para poblaciones en crecimiento lento, ya que este da valores bajos; crece como un capital sujeto a un interés simple.

Se Define:

$$P_f = P_0(1 + rt) \dots \dots \dots (ecu 3.2);$$

$P_f \rightarrow$ "Población futura"

$P_0 \rightarrow$ "Población inicial"

$r \rightarrow$ "Tasa de crecimiento"

$t \rightarrow$ "Tiempo en años comprendido entre P_f y P_0 "

$n \rightarrow$ "Número de datos de la información censal"

Método de Geométrico

El método geométrico se aplica a las poblaciones jóvenes que se encuentran en etapa de iniciación, este método da valores altos, crece como un capital sujeto a un interés compuesto.

Se define:

$$P_f = P_0(1 + r)^t \dots \dots \dots (ecu 3.3)$$

$P_f \rightarrow$ "Población futura"

$P_0 \rightarrow$ "Población inicial"

$r \rightarrow$ "Tasa de crecimiento"

$t \rightarrow$ "Tiempo (años) comprendido entre P_f y P_0 "

$n \rightarrow$ "Número de datos de la información censal"

Método de la parábola de 2do. Grado

$$P = At^2 + Bt + C \dots \dots \dots (ecu 3.4)$$

$P \rightarrow$ "Población genérica"

$A, B, C \rightarrow$ "Representa las constantes de la parábola"

$t \rightarrow$ "Tiempo"

3.1.2 Métodos gráficos

Este método hace uso de las gráficas para poder estimar los valores de la población, muchas veces usan los datos censales del INEI o consideran la tasa de crecimiento de otras poblaciones vecinas que tengan similar desarrollo socio económico y similar ubicación geográfica.

3.1.3 Método racional

El método consiste en el estudio socio-económico referente al lugar de intervención, teniendo en consideración que el crecimiento vegetativo está en función de las defunciones, nacimientos, población flotante, inmigraciones y emigraciones.

$$Pf = Po + (N - D) + (I - E) \dots \dots (ecu 3.5)$$

$P_f \rightarrow$ "Población en futuro según variación en el tiempo t_f "

$P_0 \rightarrow$ "Población que iniciaría para un tiempo t_0 "

$N \rightarrow$ "Los nacimientos dados en el intervalo mostrado $(t_f - t_0)$ "

$D \rightarrow$ "Las defunciones que se presentarían en el intervalo $(t_f - t_0)$ "

$I \rightarrow$ "La Inmigración que se daría en el siguiente intervalo $(t_f - t_0)$ "

$E \rightarrow$ "La emigración que se daría en el siguiente intervalo $(t_f - t_0)$ "

$N - D \rightarrow$ "Saldo vegetativo"

$I - E \rightarrow$ "Saldo migratorio"

Para el cálculo de la población futura en las diferentes zonas rurales el método analítico es uno de los más usados, dentro del cual esta crecimiento aritmético que consiste en el cálculo de la población bajo la premisa de que van cambiando como si fuera un progresión aritmética, encontrándose cerca del límite de saturación.

3.2 Cálculo de la demanda

Consumo promedio diario anual (Qp)

Representa a la estimación del consumo per cápita de una población futura “x” del periodo de diseño, se expresa en litros por segundo (l/s) y se puede calcular con la siguiente formula:

$$Q_p = \frac{P_f \times \text{Dotación}(D)}{86400(s / día)} \dots\dots(ecu 3.6)$$

Se define:

Qp → “Consumo promedio diario (l/s)”

Pf → “Población futura (hab.)”

D → “Dotación (l/hab./día)”

Consumo Máximo diario

Es el consumo que se da en el día de máximo consumo de los 365 días del año, de una serie de registros observados.

El valor de consumo queda definido entre el intervalo de 120 % y 150% del consumo promedio diario anual (Qp), y se recomienda usar el 130% del Qp.

Consumo Máximo Horario

Es el consumo que se da en la hora de máximo consumo que está dentro del día de máximo consumo.

El valor de consumo queda definido entre el intervalo de 150 % y 200% del consumo promedio diario anual (Qp), y se recomienda usar el 200% del Qp

3.3 Captación de manantial de ladera

El principal objetivo de esta estructura es captar el agua de pequeños manantiales que normalmente se encuentran en las laderas de las montañas. La captación de ladera en su gran mayoría presenta tres partes fundamentales; 1° El compartimiento de protección de la fuente, 2° La cámara húmeda cuya función es regular el gasto y almacenar y el 3° La cámara seca que servirá como protección de las válvulas de control y de rebose.

Cálculo de la distancia entre la cámara húmeda y el afloramiento

Partimos desde la Ecuación de Bernoulli

$$\frac{P_0}{\delta} + h_0 + \frac{V_0^2}{2g} = \text{constante} \dots\dots\dots (\text{ecu 3.7})$$

Será necesario calcular la pérdida de carga y la velocidad de pase sobre el orificio de salida según se muestra en la Figura 9 y de la ecuación de Bernoulli entre los puntos igual a cero, se tiene:

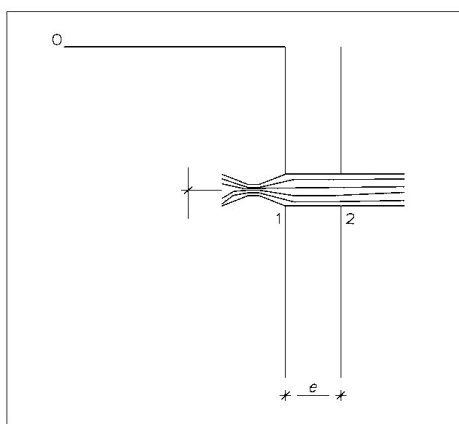


Figura 1. Orificio de entrada y salida. Fuente: “Guía para diseño y construcción de captación de manantiales CEPIS”.

$$\frac{P_0}{\delta} + h_0 + \frac{V_0^2}{2g} = \frac{P_1}{\delta} + h_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

Considerando los valores P_0, V_0, P_1 e h_1 igual a cero, se tiene:

$$h_0 = \frac{V_1^2}{2g}$$

Se Define:

$h_0 \rightarrow$ “Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (se recomienda valores de 0.40 a 0.50 m. según CEPIS)”

$V_1 \rightarrow$ “Velocidad teórica en m/s”

$G \rightarrow$ “Aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2)”

Aplicamos la ecuación de continuidad en los puntos 1 y 2, de aquí decimos que:

$$Q_1 = Q_2$$

$$Cd \times A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$$

Siendo $A_1 = A_2$

$$V_1 = \frac{V_2}{Cd}$$

Se Define:

$V_2 \rightarrow$ “Velocidad de pase (se recomienda valores menores o iguales, a 0.6 m/s CEPIS)”

$Cd \rightarrow$ “Coeficiente de descarga en el punto 1 (se asume 0.8 m/s CEPIS)”

Reemplazando el valor de V_1 de la ecuación (2) en la ecuación (1), se tiene:

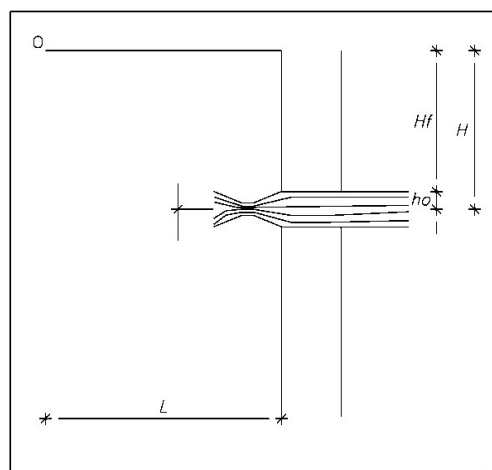


Figura 2. Carga sobre el orificio de salida. Fuente: “Guía para diseño y construcción de captación de manantiales CEPIS”.

$$h_0 = 1.56 \frac{V_2^2}{2g} \dots\dots (ecu 3.8); \quad V_2 = \sqrt{\frac{2gh_0}{1.56}} \dots\dots (ecu 3.9)$$

h_0 : Se define; la carga en el orificio de entrada que producirá la velocidad necesaria para el pase.

$$H = H_f + h_0$$

Se define: $H_f \rightarrow$ “perdida de carga que servirá para determinar la distancia entre el afloramiento y la caja de captación (L)”

$$H_f = H - h_0$$

$$H_f = 0.30 \times L$$

$$L = \frac{H_f}{0.30}$$

Ancho de la Pantalla

Para el cálculo será necesario determinar el número y diámetro de orificios (permite fluir el agua hasta cámara húmeda desde donde aflora).

Para calcular el diámetro de la tubería de entrada, usamos la siguiente ecuación:

$$Q_{\max.} = V \times A \times Cd \dots\dots\dots (ecu 3.10)$$

$$Q_{\max.} = ACd(2gh)^{1/2}$$

Se define:

$Q_{\max.} \rightarrow$ “Gasto Máximo de la fuente en l/s”

$V \rightarrow$ “Velocidad de paso (se asume 0.50 m/s, siendo menor que el valor máximo recomendado de 0.60 m/s según CEPIS)”

$A \rightarrow$ “Área de la tubería en m^2 ”

$Cd \rightarrow$ “Coeficientes de descarga (se recomienda 0.6 a 0.8 según CEPIS)”

$G \rightarrow$ “Aceleración de la gravedad (9.81 m/ m^2)”

$h \rightarrow$ “Carga sobre el centro del orificio (m)”

Despejando A se tiene:

$$A = \frac{Q_{\max.}}{Cd \times V} = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D_c = \sqrt{\frac{4Q_{\max.}}{Cd \times V}} \dots\dots\dots (ecu 3.11)$$

Si consideramos en el centro del orificio la carga, el A se define como:

$$A = \frac{Q_{\max.}}{Cd(2gh)^{1/2}} = \frac{\pi D^2}{4}$$

D queda definida por la siguiente formula:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

D → “Diámetro de orificio”

NA → “Número de los orificios”

Altura de la cámara húmeda

Según se visualiza en la figura 12, se usa la siguiente ecuación para calcular la altura total de la cámara húmeda.

$$H_t = A + B + H + D + E.....(ecu 3.14)$$

Se define:

A → “Para la sedimentación de la arena, consideramos una altura mínima de 10 cm”

B → “Diámetro de la salida”

H → “Altura del agua sobre la canastilla”

D → “Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua e afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mín. 5 cm según CEPIS)”

E → “Borde libre (mín. 30 cm según CEPIS)”

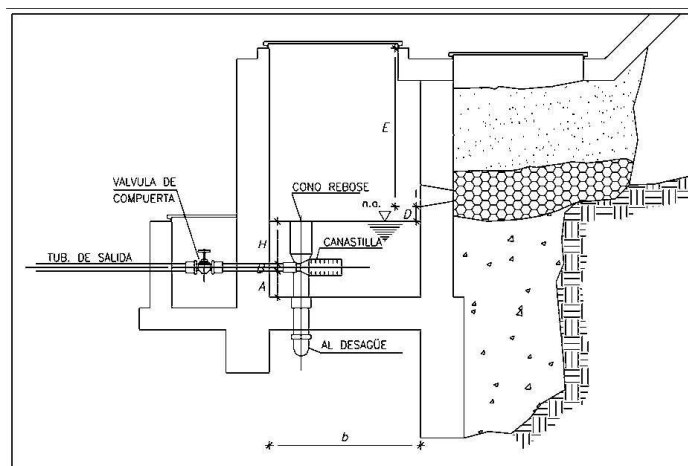


Figura 4. Altura total de la cámara húmeda. Fuente: “Guía para diseño y construcción de captación de manantiales CEPIS”.

Será necesario calcular la carga requerida donde el gasto de la salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción; quien a su vez ayudara a determinar la altura de la captación.

Se calculara con la siguiente expresión:

$$H = 1.56 \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots(ecu 3.15)$$

Se tiene:

H → “Esta incógnita representa a la carga requerida (m)”

V → “Velocidad promedio en m/s (salida de línea de conducción)”

G → “Gravedad, representa a la aceleración 9.81m/s²

Según CEPIS, recomienda utilizar una altura mínima de 30 cm”

Cálculo del tamaño de la canastilla

Para calcular el tamaño de la canastilla partimos de la consideración de que el diámetro de la canastilla será dos veces el diámetro de la salida de la tubería de conducción (Dc).

Además el total de área de las ranuras (At) será el doble del área de la tubería de conducción; y finalmente la longitud de la canastilla (L) estará en el intervalo de 3 Dc y 6Dc.

$$A_t = 2A_c \dots\dots\dots(ecu 3.16)$$

Donde se tiene:

$$A_c = \frac{\pi D_c^2}{4}$$

Una vez conocida el área de cada ranura y el área total de ranuras, se puede calcular el número de ranuras.

Tubería de limpia y rebose

Para el cálculo de la tubería de limpia y rebose CEPIS recomienda de 1 a 1.5% de pendiente, también teniendo en consideración evacuar el caudal máximo de aforo.

Se usara la ecuación de Hazen y Williams para el cálculo del diámetro (para c=150)

$$D = \frac{0.71Q^{0.38}}{S^{0.21}} \dots\dots\dots(ecu 3.17)$$

Donde:

D = Diámetro en pulgadas

Q = Gasto máximo de la fuente en lps

S = Perdida de carga unitaria en m/m

3.4 Cálculos en la línea de conducción

En el diseño de la línea de conducción el cálculo principal es las perdidas en la tubería.

Calculo de pérdidas con Darcy- Weisbach:

$$h_f = 0.0827 \frac{fL}{D^5} Q^2 \dots\dots\dots(ecu 3.18)$$

$h_f \rightarrow$ “Perdida de carga en el tramo considerado (m)”

$f \rightarrow$ “Coeficiente de Darcy”

$L \rightarrow$ “Longitud del tramo considerado (m)”

$D \rightarrow$ “Diámetro de la tubería (m)”

$Q \rightarrow$ “Gasto (l/s)”

Coeficiente de fricción (f):

$$\text{Von Karman: } \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \dots\dots\dots(ecu 3.19)$$

$$\text{Colebrook: } \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(F \frac{K/D}{3.71} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right) \dots\dots\dots(ecu 3.20)$$

$$\text{Nikuradse: } \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \frac{K/D}{3.71} \dots\dots\dots(ecu 3.21)$$

Para el cálculo de f se usa el diagrama de Mody

Calculo de pérdidas con Hazen y Williams:

La fórmula de Hazen y Williams se usa ampliamente en el cálculo de tuberías de abastecimiento de agua.

$$Q_1 = 0.000426 x C_H x D_1^{2.63} x S^{0.64} \text{ También expresada como:}$$

$$H_f = 10.67 x (Q_2 / C_H)^{1.852} x L / D_2^{4.87} \dots\dots (ecu 3.22)$$

$$Q_1 \rightarrow \text{“Caudal en la línea de conducción (l/s)”}$$

$$Q_2 \rightarrow \text{“Caudal en la línea de conducción (m}^3\text{/s)”}$$

$$H_f \rightarrow \text{“Pérdida de carga en la conducción (m)”}$$

$$C_H \rightarrow \text{“Coeficiente de Hazen – Williams”}$$

$$L \rightarrow \text{“Longitud del tramo considerado (m)”}$$

$$D_1 \rightarrow \text{“Diámetro interior de la tubería (in)”}$$

$$D_2 \rightarrow \text{“Diámetro interior de la tubería (m)”}$$

$$S \rightarrow \text{“Pendiente de la línea de energía (m/km)”}$$

Son las fórmulas más usadas para el cálculo de pérdidas en tuberías.

3.5 Cámaras rompe presión

La cámara de rompe presión, su principal función es reducir la presión hidrostática a cero y generar un nuevo nivel de agua, e este modo se evita daños en la tubería.

De acuerdo al tipo de material de la tubería que proyectara instalar, varia los desniveles en que se instalaran las cámaras de rompe presión; solo por citar un ejemplo para una tubería de PVC de clase 7.5 las cámaras de rompe en promedio se instalan cada desnivel de 50 m.

Los criterios y las definiciones que se emplearon para diseñar y dimensionar la cámara de rompe presión (CRP) son:

La velocidad del flujo se define como:

$$V = \frac{1.9735 * Q}{D^2} \dots \dots \dots (ecu 3.23)$$

Se Define:

$V \rightarrow$ “La velocidad (m/s)”

$Q \rightarrow$ “Caudal de diseño de cámara (m³/s)”

$D \rightarrow$ “Diámetro en m (línea de conducción)”

Teniendo en consideración la fluidez del caudal de diseño, entonces se define la carga hidráulica como:

$$H = 1.56(V^2/2g)$$

Se define:

$H \rightarrow$ “Carga hidráulica mínima en (m)”

$V \rightarrow$ “Velocidad línea de conducción en el siguiente rango (0.6 m/s < V < 3.0 m/s)”

$g \rightarrow$ “Gravedad que queda definida con 9.81 m/s²”

Para efectos de diseño la altura de carga será como mínimo de 0,45 m, adoptando el valor superior de ambos casos, Altura mínima de sedimentación será de 0,10 m, dejando un borde libre de 0,40 m. La altura total de la Cámara rompe presión se halla mediante la fórmula:

$$HT = H + A + BL \dots \dots \dots (ecu 3.24)$$

Se define:

$HT \rightarrow$ “Altura total de la cámara rompe presión”

$H \rightarrow$ “Carga Hidráulica mínima para la CRP (m)”

$A \rightarrow$ “Altura mínima de sedimentación (m)”

$BL \rightarrow$ “Borde Libre (m)”

3.6 Cálculo de reservorio

El reservorio tiene como función principal, almacenar y regular el agua que se distribuirá a la población, con las presiones adecuadas de servicio público y cantidad suficiente que permitirá la compensación de la variación de demanda.

El volumen almacenado en los reservorios se determinan considerando 25 % de la demanda promedio diaria según la RM -173 -2016 -Vivienda. Todo ello con la finalidad de regular durante el día, el consumo de agua de la población.

También se tendrá en consideración, que durante el horizonte del proyecto el reservorio pueda abastecer a la población proyectada; por tal motivo el diseño del reservorio se debe elaborar con la demanda final del horizonte del proyecto (20 años).

Además, de los resultados del Análisis Físico, Químico y Bacteriológico (Tabla 9) se evidencia la presencia de coliformes fecales en el agua. Por lo tanto se considera un sistema de cloración para la desinfección con hipoclorito de calcio. Dicho sistema será por goteo y será instalado en la parte superior del reservorio.

Determinación de la tubería de rebose:

Usando la siguiente ecuación determinamos el diámetro de la tubería (desagüe)

$$Q = C_d * A * \sqrt{2gh}$$

Se define:

$Q \rightarrow$ “El caudal máximo diario en (m³/s)”

$C_d \rightarrow$ “El coeficiente de descarga donde se recomienda usar (0,6)”

$g \rightarrow$ “La gravedad queda definida con el valor de 9,81 m/s²”

$h \rightarrow$ “La carga hidráulica sobre la tubería se recomienda el uso de un valor 0,10 m”

$A \rightarrow$ “El área de tubería de rebose en (m²)”

Haciendo uso de la definición y los valores se realiza los cálculos:

Cálculo de la tubería de limpieza del reservorio

Usando la siguiente ecuación calculamos el diámetro de la tubería de limpieza:

$$A_o = \frac{2 * S * \sqrt{h}}{C_d * T * \sqrt{2g}}$$

Se define:

$A_o \rightarrow$ “Área de tubería de salida en (m²)”

$S \rightarrow$ “La superficie del reservorio en (m²)”

$T \rightarrow$ “tiempo de vaciado, no debe superar las 2 horas”

$C_d \rightarrow$ “El coeficiente de la descarga esta entre 0,6-0,65 considerando el valor de 0,6”

$g \rightarrow$ “La gravedad queda definida con 9,81 m/s²”

$h \rightarrow$ “La carga hidráulica sobre la tubería en (m)”

3.7 Cálculo de la red de distribución (Modelo Watercad)

Para calcular la red de distribución, se hará uso de software Watercad. Una de sus aplicaciones es simular el comportamiento hidráulico en periodo extendido de las redes de distribución a presión. En forma resumida, la red de distribución tiene válvulas, nodos (conexiones entre tuberías), tuberías y reservorio; watercad a través de algunas condiciones iniciales ingresadas calcula la presión en cada nodo, el caudal que circula por las tuberías de las redes de distribución, el nivel de agua en un reservorio a través de la red en diferentes intervalo de tiempo, durante el periodo que dura la simulación.

Para diseñar las redes junto con sus componentes, donde todos interactúan en el modelo hidráulico se tomaron las consideraciones y los criterios de diseño recomendados por el CEPIS en su guía de diseño de redes de distribución de agua potable para zonas rurales.

Tabla 1.
Parámetros en la conducción y distribución .

PARAMETROS	VALOR DE ESTUDIO	COMENTARIOS
Presión		
Máxima	50 m.c.a.	
Mínima	10 m.c.a.	5 m.c.a. en casos particulares
Velocidad		
Máxima	3 m/s	
Rugosidad		
C de Hazen Williams		
Tuberías de PVC	150	Valor establecido
Coefficiente de variación de consumo		
K1 (Qmd)	1.3	Reglamento Nacional de Edificación
K2 (Qmh)	2	Norma OS.100

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma OS.100)

CAPÍTULO 4 – MATERIALES Y METODOLOGÍA

4.1 Descripción del Área De Estudio

4.1.1 Ubicación Geográfica

Chirchir se ubica a 2721 m.s.n.m. en UTM-WGS 84-17M con las siguientes coordenadas: 823518 m E; 9171088 m N, donde los límites son:

Departamento : CAJAMARCA.
Provincia : CAJABAMBA.
Distrito : CONDEBAMBA.
Localidad : CHIRCHIR.
Altitud : 2721 m.s.n.m.
Región natural : Sierra

Norte: Con la localidad de Pomarongo, distrito de Chancay provincia de San Marcos departamento de Cajamarca.

Sur: Con la localidad de Coima, distrito de Condebamba provincia de, Cajabamba departamento de Cajamarca.

Este: Con la localidad de Ayangay, distrito de Condebamba, provincia de Cajabamba departamento de Cajamarca.

Oeste: Con la localidad de Huayo, distrito de Condebamba, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca.

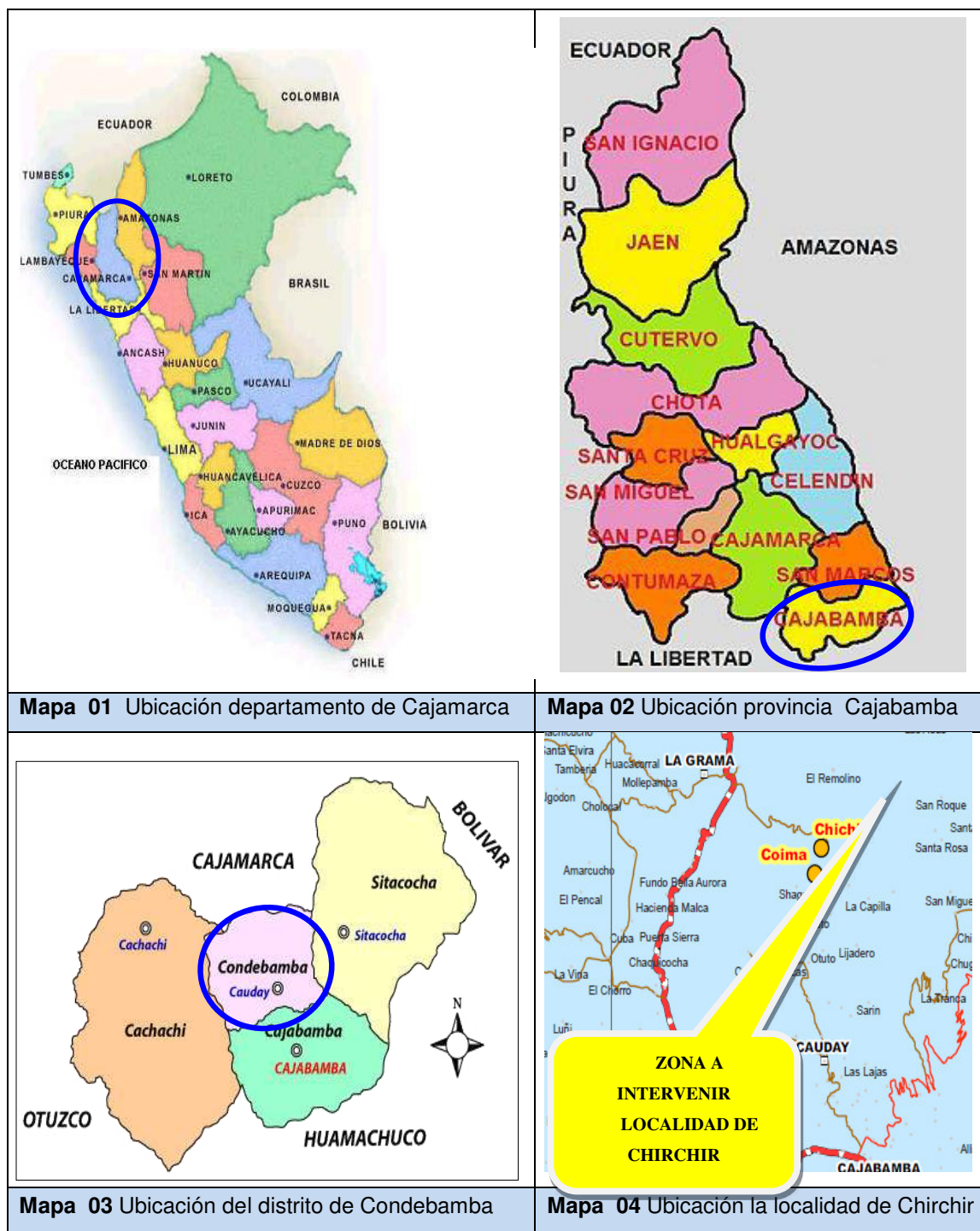


Figura 5. Ubicación de la zona de estudio Fuente: INEI / Provincia de Cajamarca

4.1.2 Vías de Acceso

El acceso que conduce a la localidad de Chirchir, el punto de partida es la ciudad de Cajamarca, siendo el recorrido a través de la vía carretera asfaltada, llegando hasta el cruce de la carretera que conduce a la provincia de Cajabamba y Chirchir. Continuando por una trocha carrozable para llegar a la localidad de Chirchir. A continuación, se muestra el recorrido indicado

Los medios para poder llegar a la localidad, las cuales lo utilizan con mayor frecuencia los pobladores se detallaran a continuación en el siguiente cuadro.

Tabla 2
Acceso a la Localidad de Chirchir

DESTINO	MEDIO DE TRANSPORTE	TIEMPO DE DEMORA	KM	TIPO DE VIA
Lima - Cajamarca	Vehículos motorizado	12h	850	Asfaltada
Cajamarca a Eduardo Villanueva (La Grama)	Vehículo motorizado	2h 15´	139	Carretera asfaltada
Eduardo Villanueva a Chirchir	Vehículo motorizado	1h 40´	11	Trocha carrozable

Datos aproximados obtenidos del Google Earth (Fuente: Consorcio Saneamiento Norte)

4.1.3 Numero de Vivienda y Población afectada

Según información verificada durante el empadronamiento en la fase de expediente técnico, la totalidad de la población es de 920 habitantes, los que se encuentran repartidas en 174 viviendas, además la localidad cuenta con 02 instituciones educativas, 01 I.E. Primaria N° 821089 (dentro de sus ambientes viene funcionando la I.E. Inicial) y 01 I.E. Secundaria JUAN PABLO II CHIRCHIR, y 03 instituciones sociales (1 Iglesia Católica CHIRCHIR, 1 Iglesia Evangélica y un Puesto de salud CHIRCHIR), lo que hacen un total de 179 lotes empadronados.

4.1.4 Clima

El clima de la localidad de Chirchir, Según la clasificación climática de Thornthwaite, corresponde a un Clima lluvioso, húmedo y semifrío, con ausencia de lluvias en invierno y otoño; según la clasificación de Koppen corresponde al tipo de clima Dwb: Frío (Boreal) “D”: una de sus características es que el mes frío llega a una temperatura promedio por debajo de -3°C y del mes más caluroso por encima de los 10°C . Las precipitaciones exceden a la evaporación. Es el clima donde se dan los bosques micro térmicos. w: el invierno se caracteriza por ser seco donde las precipitaciones mínimas están bien marcadas y coincide con el periodo donde las temperaturas son las más bajas. b: el verano no es intenso pues no alcanza 22°C de media que presenta el mes más cálido. Las temperaturas medias superan los 10°C al menos cuatro meses al año. (Sánchez Rojas A. & Vázquez Peralta C. (2010). Mapa Climático del Departamento de Cajamarca).

4.1.5 Precipitación

Considerando las estaciones meteorológicas más representativas cercanas al área de estudio el registro de la distribución del factor precipitación, muestran una distribución anual, con máximas precipitaciones entre los meses de Diciembre, Enero, Febrero, Marzo, Abril, alcanzando precipitaciones máximas que oscilan de 235.40 a 177.80 mm en los meses de Diciembre y febrero respectivamente (Épocas de Avenidas) y mínimas que oscilan entre 0.00 y 63.50 mm durante los meses Mayo a Setiembre (Épocas de Estiaje). En los meses siguientes, la precipitación comienza a ascender hasta alcanzar los volúmenes del siguiente ciclo anual. La precipitación total mensual son de 1008.60 – 986.50 en las estaciones de Cajabamba y Cachachi, En ambos casos, las mínimas precipitaciones ocurren entre Mayo-Setiembre incluso llegando al nivel cero en la estación Cachachi.

Tabla 3
Precipitación total mensual (mm)

ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Cajabamba	75	107.6	140.6	170.1	7.7	3.7	11.2	6.4	63.5	101.7	85.7	235.4
Cachachi	100.4	101.6	177.8	175.3	8.1	4.1	27.7	0	58.1	51.3	67.7	214.4

Fuente: SENAMHI - 2011.

4.1.6 Evaluación Hidrológica

En la localidad de Chirchir además del manantial “Ojo de Agua”, existen otras fuentes con caudales pequeños, sin embargo no se están considerando como posibles alternativas, debido a la oposición por parte de los propietarios de dichos manantiales, ya que lo utilizan como medio de abastecimiento familiar y/o bebederos para animales, quedando como única alternativa la fuente de la captación existente “Ojo de Agua”.

La Fuente N° 01 Manantial Ojo de Agua: la fuente que abastece actualmente es un manantial de ladera denominado “El Ojo de Agua”. Y tiene las siguientes coordenadas 824137.03 E, 9170274.91 N; en UTM WGS-84 – Zona – 17M, con cota de 2966.40 m.s.n.m. (Punto de Afloramiento); referencia a 1.00 km aprox. de la localidad, a unos 45 minutos a pie, de fácil acceso.

Aforo del manantial “Ojo de Agua”: La prueba de Aforo: Para llevar a cabo la prueba se utilizó la metodología de aforo volumétrico, que nos permite la medición de caudales con valor menores de 5.0 l/s, para llevar a cabo la colecta de agua fue necesario contar con un balde de volumen conocido, registrando los tiempos que demora en llenarse las veces necesarias, con la finalidad de obtener una mayor exactitud en resultados, esta operación fue realizada 5 veces (RESOLUCION JEFATURAL N° 251-2013-ANA, Artículo 1°.- Aprobación de la Guía Metodológica para Inspecciones Oculares).

A continuación, en las siguientes Tablas mostraran los aforos realizados en el manantial Ojo de Agua, en el mes de agosto 2013 (época de estiaje) y en el mes de Enero 2014 (Época de máximas avenidas).

En Enero (época de avenidas) se realizaron en cada una de las tuberías de la cámara húmeda de la captación existente los aforos que se muestran en las tablas 3,4 y 5; dando como caudal total para el época de avenidas 3.26 l/s.

Tabla 4

Aforo en época de avenida Ingreso N° 01

N° de Medición	Volumen (lt)	Tiempo (s)	Caudal (l/s)
M-1	4	3.7	1.08
M-2	4	3.6	1.11
M-3	4	3.56	1.12
M-4	4	3.75	1.07
M-5	4	3.58	1.12
Tiempo Prom (s):			3.63
Caudal Prom. (l/s):			1.1

Tabla 5

Aforo en época de avenida Ingreso N° 02

N° de Medición	Volumen (lt)	Tiempo (s)	Caudal (l/s)
M-1	4	3.63	1.1
M-2	4	3.54	1.13
M-3	4	3.46	1.16
M-4	4	3.65	1.1
M-5	4	3.51	1.14
Tiempo Prom (s):			3.56
Caudal Prom. (l/s):			1.12

Tabla 6
Aforo en época de avenida Ingreso N° 03

N° de Medición	Volumen (lt)	Tiempo (s)	Caudal (l/s)
M-1	4	3.9	1.03
M-2	4	3.82	1.05
M-3	4	3.76	1.06
M-4	4	3.95	1.01
M-5	4	3.78	1.06
Tiempo Prom (s):			3.83
Caudal Prom. (l/s):			1.04



Figura 6. Resultados de los aforos. Fuente: Consorcio de Saneamiento Norte

Para el mes de Agosto (época de estiaje) se realizaron los siguientes aforos en cada una de las tuberías de la cámara húmeda de la captación existente que se muestran en las tablas 6,7 y 8; dando como caudal total para el época de avenidas 2.45 l/s.

Tabla 7

Aforo en época de estiaje Ingreso N° 01

N° de Medición	Volumen (lt)	Tiempo (s)	Caudal (l/s)
M-1	4	5.06	0.79
M-2	4	4.96	0.81
M-3	4	4.92	0.81
M-4	4	5.11	0.78
M-5	4	4.94	0.81
Tiempo Prom (s):			4.99
Caudal Prom. (l/s):			0.80

Tabla 8

Aforo en época de estiaje Ingreso N° 02

N° de Medición	Volumen (lt)	Tiempo (s)	Caudal (l/s)
M-1	4	4.80	0.83
M-2	4	4.69	0.85
M-3	4	4.64	0.86
M-4	4	5.03	0.80
M-5	4	4.86	0.82
Tiempo Prom (s):			4.78
Caudal Prom. (l/s):			0.84

Tabla 9
Aforo en época de estiaje Ingreso N° 03

N° de Medición	Volumen (lt)	Tiempo (s)	Caudal (l/s)
M-1	4	4.98	0.80
M-2	4	4.88	0.82
M-3	4	4.84	0.83
M-4	4	5.03	0.80
M-5	4	4.86	0.82
Tiempo Prom (s):			4.91
Caudal Prom. (l/s):			0.82



Figura 7. Aforo en época de estiaje. Fuente: Consorcio de Saneamiento Norte

4.1.7 Análisis físico químico de la fuente de agua

La Fuente “Ojo de Agua”: Se realizara la comparación de los resultados del análisis físico – químico de la fuente “Ojo de Agua” con los rangos de valores de las ECAS, los LMP (límites máximos permisibles) del “reglamento de calidad de agua para consumo humano y las Normas Internacionales para agua potable” de la organización mundial de la salud (OMS). Esta comparación nos permitirá saber si los parámetros físicos – químico, inorgánicos y microbiológicos se encuentran dentro del rango permitido para consumo humano, de lo contrario si hubiesen parámetros que salen de los rangos permitidos se planteara estructuras para su tratamiento.

Tabla 10.
Análisis Físico y Químico de la Fuente “Ojo de Agua”

Parámetro	Manantial El Ojo de Agua	Límite Máximo Permisible Reglamento de la calidad de agua para consumo Humano DS 031- 2010-SA	Parámetros establecidos por la OMS para agua para consumo humano.	Unidad
FISICO-QUIMICOS				
pH	7.6	6.5-8.5	6.5-8.5	Unidad de pH
Color	<5	15	.....	Hazen
Conductividad Eléctrica	282	1500	.....	umhos/cm
Nitratos	2.65	50	10	mg/L
Nitritos	<0.002	0.2 E.L-3.0E.C	0.002	mg/L
Sulfatos	42	250	200	mg/L
Sólidos Totales Disueltos	238	1000	1000	mg/L
Sólidos Fijos	253	.....	.....	mg/L
Sólidos Sedimentables	<0.1	.....	.....	mg/L
Sólidos Totales Suspendidos	<3	.....	.....	mg/L
Sólidos Volátiles	<2	.....	.....	mg/L
Sólidos Totales	254	.....	1000	mg/L
Cloruros	3.1	250	250	mg/L
Dureza Total	201	500	500	mg/L
Turbidez	0.82	5	5	NTU
INORGANICOS				
Arsénico	<0.001	0.01	0.05	mg/L
Cadmio	0.002	0.003	0.005	mg/L
Hierro	0.05	0.3	0.3	mg/L
Manganeso	<0.004	0.4	0.1	mg/L
Magnesio	21.67	.....	150	mg/L
Plomo	<0.01	0.01	0.05	mg/L
Potasio	0.505	.....	.....	mg/L
Sodio	6.951	200	200	mg/L
MICROBIOLOGICOS				
Coliformes Fecales	14	< 1.8	0	NMP/100 mL

(*) 0.2 E.L (Exposición Larga) 3.0 E.C (Exposición Corta)

Resultados obtenidos del laboratorio. Fuente: Enviromental Quality Analytical Services S.A.

De la comparación realizada para cada parámetro, el contenido de coliformes fecales de la muestra del Manantial El Ojo de Agua de la localidad de Chirchir supera en una mínima cantidad a los LMP del “Reglamento de calidad de agua para consumo humano DS 031-2010-SA”, pudiendo ser reducido dicho parámetro con una desinfección química

4.1.8 Topografía

El trabajo que se muestra para este informe refleja la obtención de información de la totalidad del área urbana y zonas colindantes por donde se trazaron las rutas de las obras lineales, necesaria para proyectar las obras a realizarse; los resultados mostrados on el desarrollo sistemático de trabajos en campo y gabinete.

Los levantamientos topográficos se llevaron a cabo basándose en una poligonal de apoyo electrónica cerrada con medida directa, se utilizando como equipo de presicion la estación total, cuyos puntos de vértices han sido ubicados y monumentados teniendo como base los puntos de los vértices, establecido en BM con un GPS Navegador de +/- 2 m de precisión, cuyos valores fueron dados con el elipsoide WGS84.,con mediciones geométricas de ida vuelta a cada uno de los vértices de la poligonal de cerrada.

Toda la base topográfica ha sido “amarrada” al elipsoide WGS84.

Se trabajó con los siguientes parámetros:

Zona → “Paralelo 17 S”

Elipsoide → “WGS-84, (U.T.M).”

Datum → “Alturas al nivel medio del mar (m.s.n.m.)”

4.2 Descripción del servicio de agua potable

Chirchir, tiene un sistemas por gravedad sin tratamiento (SGST), captada del manantial denominado “El Ojo de Agua” el cual actualmente abastece al 76.40 % de viviendas en la localidad de Chirchir. Este sistema fue construido por APRISABAC en el año 1995. La fuente “El Ojo de Agua” está ubicado en coordenadas 824135 E, 9170272 N, a una altura de 2965 m.s.n.m. posee un caudal según aforo de 3.26 lps, se encuentra en mal estado de conservación siendo necesario la reconstrucción de captación, posteriormente pasa a un reservorio existente cuadrada con una capacidad de almacenamiento de 16.0 m3 mediante

una línea de conducción de PVC Ø 2" la cual posee una longitud de 400 m aprox. Este sistema cuenta con un tanque de cloración por goteo el cual ha sido acoplado a la estructura ya existente.



Figura 8. Estructuras del sistema existente. Fuente: Consorcio de Saneamiento Norte

La razón de los motivos expuestos es poder identificar las enfermedades de origen hídrico y tengan importante relevancia dentro del perfil epidemiológico para evitar un impacto en la salud de la población que puede traer consigo el desarrollo de otras enfermedades de carácter infeccioso.

La economía de los hogares podría verse afectado indirectamente por esta situación, horas de trabajo perdido y gastos en medicinas, originando el deterioro de la calidad de vida de la población por los menores recursos económicos disponibles.

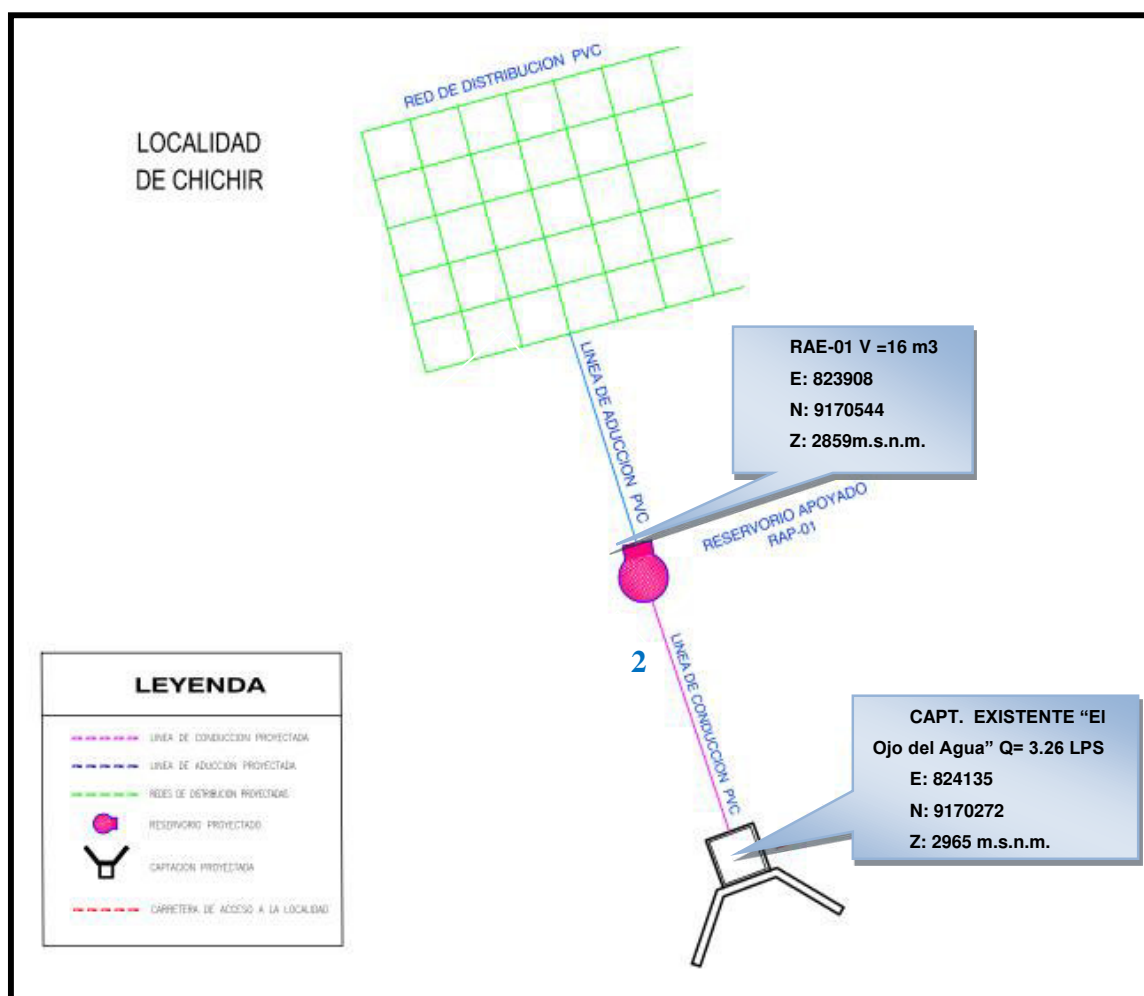


Figura 9. Esquema existente del sistema de agua potable. Elaboración: Propia

4.2.1 Captación existente “El Ojo de Agua”

La fuente de abastecimiento actual y de estudio fue construida por APRISABAC en el año 1995. Se ubica a 1.00 km aprox. de la localidad, unos 45 minutos a pie, de fácil acceso. Ubicada en las coordenadas WGS 84 - 17M 824135.00 E; 9170272.00 N a una cota de 2966.4 msnm, donde se ha construido la estructura de captación con algunos componentes característicos y singulares que se describirán más adelante, La fuente es un manantial de ladera denominado “El Ojo de Agua”



Figura 10. Se observa el mal estado de la captación así como la inexistencia de un cerco perimétrico.
Fuente: Consorcio de Saneamiento Norte

4.2.2 Línea de conducción

Esta línea inicia en la captación de manantial denominado “El Ojo de Agua”, con una longitud de 400 m. de tubería PVC Ø 2” C-7.5, hasta llegar al reservorio apoyado existente. Se aprecia el mal estado de conservación y funcionamiento del sistema de conducción en su recorrido se aprecia en un tramo tubería descubierta presentando fugas.



Figura 11. Tubería de la línea de conducción expuesta a la intemperie con reparaciones artesanales y fugas en su recorrido. Fuente: Consorcio de Saneamiento Norte

4.2.3 Sistema de almacenamiento

Fue construido por APRISABAC en el año de 1995. Se ubica a 800 m aproximadamente desde el centro de la localidad de Chirchir, con coordenadas UTM-WGS 84-17M: 823908 m E; 9170544m N, y altitud de 2859 msnm. Es de concreto armado, tipo cuadrado apoyado con una capacidad de almacenamiento de 16 m³. Estructuralmente se encuentra en mal estado, presenta fisuras pequeñas en la parte externa, en el interior del tanque de almacenamiento se observa la falta de mantenimiento. Los accesorios como tubería de entrada, de salida y rebose se encuentran en regular estado operando con normalidad. En el Reservorio se realiza el proceso de cloración por goteo, el cual ha sido acoplado de forma artesanal por la comunidad. La tapa sanitaria de inspección de acero laminado se encuentra en regular estado pero las uniones, armellas y pernos se encuentran rotos y oxidados, el reservorio cuenta con cerco perimétrico construido con material de la zona y alambre de púas el cual se encuentra en mal estado.



Figura 12. Se aprecia claramente daños en la estructura interna del reservorio. Fuente: Consorcio de Saneamiento Norte

4.2.4 Red de distribución

El Sistema Actual de Distribución no comprende en su totalidad a todas las viviendas de la localidad “Chirchir”, puesto que solo abastece a un total de 133 viviendas, sin embargo actualmente por el aumento de la población, el mal tendido de la actual y la presencia de sedimentos en la tubería, requiere instalar una nueva red de distribución, la cual satisfaga por completo las necesidades de los pobladores de dicha localidad.

4.2.5 Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias en la localidad de Chirchir, se definen a los puntos de salida de agua (generalmente solo un punto), donde actualmente se abastece del líquido elemento como es el agua para cubrir las necesidades domésticas de la población, no cuentan cajas de paso ni lavaderos adecuados los grifos se encuentran en mal estado notándose fugas y presentando charcos a los alrededores en algunos puntos. El número de predios servidos por el sistema actual son de 133 viviendas, sin embargo existen un total de 41 viviendas que no disponen de abastecimiento del servicio

CAPITULO 5 – CALCULOS Y RESULTADOS

5.1 Condiciones generales

Para dar inicio al cálculo hidráulico debemos tener la certeza de contar con la cantidad suficiente de caudal ofertada por el manantial y su calidad de agua que nos va a proporcionar, de tal manera que podamos contar con la ubicación de la captación que será el punto de partida para calcular las presiones en la línea de conducción.

5.2 Datos iniciales

5.2.1 Población censada

Se tendrá como información base los censos de los años 1993 y 2007 para la localidad de Chirchir según la INEI, de donde se tiene el siguiente cuadro.

Tabla 11

Evaluación de Población de la localidad de Chirchir

Censo	Población
1,993	463
2,007	738

Fuente: INEI Censos Nacionales

5.2.2 Población actual (hab)

La población fue censada en el año 2015, y según el acta de validación del padrón se obtuvo 920 habitantes, 174 viviendas totales (133 viviendas con conexiones domiciliarias, 41 viviendas sin conexión) 0 viviendas con servicio e alcantarillado, 2 instituciones estatales y 3 instituciones sociales.

5.2.3 Densidad poblacional (hab/viv)

La densidad poblacional se da por la relación del número de habitantes (920) entre la cantidad de viviendas (174); de donde obtenemos 5.29 (Hab/viv).

5.2.4 Dotación

Según la resolución ministerial N° 173–2016–Vivienda

“La dotación deber ser estimada sobre la base de un estudio de consumo de agua para el ámbito rural que deberá ser suscrito y sustentado por el ingeniero Sanitario o Civil responsable del proyecto; en ausencia de dicho estudio se aplicara valores comprendidos en los siguientes rangos”

Tabla 12

Dotación para las diferentes Zonas del Perú

ZONA (l/hab/d)	TIPO UBS	
	UBS Arrastre Hidráulico	UBS Compostera
Costa	90	60
Sierra	80	50
Selva	100	70

Fuente: Resolución Ministerial N° 173 – 2016 – Vivienda

Para las instituciones educativas se empleara una dotación de:

Educación Inicial 15lt/alumno x día

Educación Primaria 20lt/alumno x día

Educación secundaria 25lt/alumno x día

5.2.5 Aforo de fuente

Según el aforo realizado, se obtuvo los siguientes datos:

En épocas de Máximas Avenidas Enero 2014; $Q=3.26$ l/s

En épocas de Estiaje Agosto 2015; $Q=2.39$ l/s

5.3 Cálculos de ingeniería

5.3.1 Tasa de Crecimiento Anual

Luego de revisar la base de datos de los censos de la INEI y haber realizado los cálculos de la proyección poblacional con los principales modelos matemáticos; podemos decir que en la localidad de Chirchir el crecimiento poblacional cada año es más bajo y según pasan

los años el crecimiento se hace constante, esto se justifica por ser una población rural; entonces concluimos la curva que se ajusta mejor a la proyección censal del crecimiento poblacional de la localidad de Chirchir es el modelo aritmético.

$$P_f = P_0(1 + rt) \dots \dots (ecu1);$$

Despejando r se obtiene:

$$r = \left(\frac{P_f - P_0}{P_0 t} \right);$$

Evaluando para: año 1993 → 463 habitantes; año 2007 → 738 habitantes

$$r = \left(\frac{738 - 463}{463 \times (2007 - 1993)} \right) \rightarrow r = 0.0424 \rightarrow r = 4.24\%$$

Evaluaremos los censos 1993 y 2007 de la INEI, podemos observar de los resultados que la “r” obtenida para Chirchir es muy alta.

Teniendo en consideración el resultado obtenido para la tasa de crecimiento por el primer criterio, dándolo como descartado por ser un valor muy alto procederemos a calcular por el segundo criterio, en donde se tiene en consideración además de los censos de 1997 y 2007 de la INEI el censo interno de la población que obtuvo a través del Padrón elaborado por el Consorcio de Saneamiento Norte.

En la tabla siguiente podemos visualizar la cantidad de población para los diferentes censos.

Tabla 13
Datos de cantidad de población de los Censos y padrón

Censo	Población
1993	463
2007	738
2014	916

Fuente: Consorcio Saneamiento Norte, INEI Censos Nacionales, marzo 2014.

Evaluando la tasa de crecimiento de Chirchir mediante el método aritmético con los datos de los censos de 1993 y 2007 de la INEI y la información del padrón elaborado por el Consorcio Saneamiento Norte, cantidad de población en el 2014, se obtuvo las tasas mostradas en las siguientes tablas.

Tabla 14
Resultados de combinar 2 censos

Año-01	Año-02	Tasa (r)
1,993	2,007	4.24%
1,993	2,014	4.66%
2,007	2,014	3.45%

Elaboración: Propia

Tabla 15
Resultados de combinar 3 censos

Año-01	Año-02	Año-03	Tasa (r)
1,993	2,007	2014	3.98%

Elaboración: Propia

Tabla 16
Comportamiento histórico de las ecuaciones

Curva	Tasa	1,993	2,007	2,014	Sumatoria	Diferencia
Censo		463	738	916	2,117	---
1	4.24%	484	706	916	2,106	11
2	4.66%	463	690	916	2,069	48
3	3.45%	531	738	916	2,185	68
4	3.98%	499	716	916	2,131	14

Elaboración: Propia

Curva seleccionada: 1 (4.24%), por el aproximado comportamiento promedio de las demás.

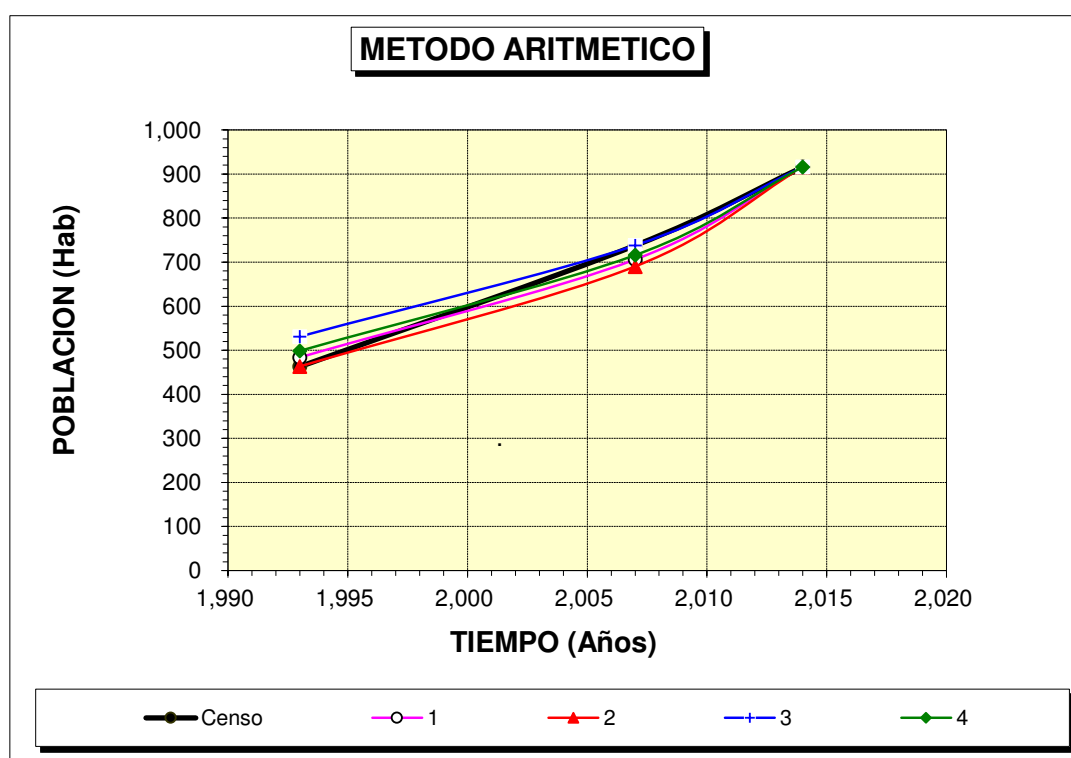


Figura 13. Curvas de las combinación de las poblaciones de Chirchir

Se concluye que según el análisis realizado para la “r” de la localidad en estudio es de 4.24% según la figura 13 mostrada, sin embargo éste no es un valor permitido para la tasa de crecimiento de este proyecto por ser muy alto.

Ahora calcularemos la tasa de crecimiento con el tercer criterio donde tomaremos como base la población del Censo INEI 2007 y población del 2014.

Según los resultados obtenidos se llega a la conclusión, la tasa de crecimiento para la localidad en estudio es: 3.45%, sin embargo éste no es un valor permitido para la tasa de crecimiento de este proyecto por ser muy alto.

Como cuarto criterio, la “r” se calculara en base a la población de una localidad que presenta características socioeconómicas similares a la localidad en estudio y se considerara dicha tasa de crecimiento. Para tal caso se tomará la tasa de crecimiento de la localidad de Colcas.

Tabla 17

Datos de cantidad de población se la localidad de Colcas según de los Censos

Censo	Población
1,993	233
2,007	328

Elaboración: Propia

Evaluando mediante el método aritmético los datos de los censos de 1993 y 2007 de la INEI, podemos observar de los resultados que la “r” para la localidad de Colcas.

Tabla 18

Tasa de crecimiento poblacional - Colcas

Localidad	Censos		Tasa de Crecimiento Anual
	1993	2007	
Colcas	233	328	2.91%

Elaboración: Propia

De las tasas de crecimiento obtenidas para los diferentes criterios, llegamos a la conclusión que la tasa más adecuada para la localidad de Chirchir es la obtenida por el cuarto criterio 2.91% se tuvo en consideración la categoría de población rural y que según el último censo el crecimiento poblacional en zonas rurales para este sector es baja; ya con la tasa de crecimiento calculada se procederá a proyectar la población a 20 años.

5.3.2 Proyección Poblacional

$$P_{Futura} = P_{Actual} * (1 + t * (Año_{Actual} - Año_{Base})); \text{Aplicando la siguiente formula}$$

obtenemos la tabla siguiente:

$$P_{Futura\ año-1} = 920 * (1 + 2.91\% * (2016 - 2015)); P_{Futura\ año-1} = 947 \text{ (hab)}$$

$$P_{Futura\ año0} = 947 * (1 + 2.91\% * (2017 - 2016)); P_{Futura\ año0} = 974 \text{ (hab)}$$

$$P_{Futura\ año1} = 974 * (1 + 2.91\% * (2018 - 2017)); P_{Futura\ año1} = 1000 \text{ (hab)}$$

$$P_{Futura\ año2} = 1000 * (1 + 2.91\% * (2019 - 2018)); P_{Futura\ año2} = 1027 \text{ (hab)}$$

El cálculo de la población proyectada hasta el año 20

Tabla 19

El cálculo de la población proyectada hasta el año 20

AÑO			POBLACIÓN		
AÑO			POBLACIÓN		
2,015	BASE	920	2,027	10	1,241
2,016	-1	947	2,028	11	1,268
2,017	0	974	2,029	12	1,295
2,018	1	1,000	2,030	13	1,322
2,019	2	1,027	2,031	14	1,348
2,020	3	1,054	2,032	15	1,375
2,021	4	1,081	2,033	16	1,402
2,022	5	1,107	2,034	17	1,429
2,023	6	1,134	2,035	18	1,455
2,024	7	1,161	2,036	19	1,482
2,025	8	1,188	2,037	20	1,509
2,026	9	1,214			

Elaboración: Propia

5.3.3 Cálculo de la Demanda

Caudal promedio de consumo para viviendas

Cobertura de agua	: 100%
Nº viv. (Año base)	: 174
Nº viv. (Año base) con conexión domiciliaria	: 133
Nº viv. (Año base) sin conexión domiciliaria	: 41
Nº hab. /viv.	: 174

Tasa de Crecimiento	: 2.91%
Habitantes	: 920
Periodo de diseño	: 20 años
Población futura (20 años)	: 1509.00 hab.
Dotación	: 80 l/hab.día

$$Q_{promedio} = \frac{Poblacion\ futura \times Dotación}{86400}$$

Dotacion total = Poblacion futura x Dotación = 1509 hab x 80 l / hab.dia

Dotación total = 120720 l / dia

$$Q_{promedio} = \frac{Dotación\ total(hab.)}{86400} = \frac{120720\ (l\ /\ dia)}{86400} = 1.40\ l\ /\ s$$

Caudal promedio de consumo para instituciones educativas

Cobertura de agua	: 100%
Nº de alumnos para I.E Inicial	: 91
Nº de alumnos para I.E primaria	: 211
Nº de alumnos de la I.E Secundaria	: 19
Tasa de Crecimiento	: 2.91%
Periodo de diseño	: 20 años
Dotación I.E Inicial	: 15 l/alum día
Dotación I.E primaria	: 20 l/alum día
Dotación I.E Secundaria	: 25 l/alum día

$$Q_{promedio} = \frac{Poblacion\ futura \times Dotación}{86400}$$

Dotación para la I.E Inicial

$$\text{Dotacion } I.E_I = \# \text{ Alumnos } \times \text{Dotación} = 91 \text{ alum } \times 15 \text{ l / alum.dia}$$

$$\text{Dotación } I.E_I = 1365 \text{ l / dia}$$

Dotación para la I.E Primaria

$$\text{Dotacion } I.E_p = \# \text{ Alumnos } \times \text{Dotación} = 211 \text{ alum } \times 20 \text{ l / alum.dia}$$

$$\text{Dotación } I.E_p = 4220 \text{ l / dia}$$

Dotación para la I.E Secundaria

$$\text{Dotacion } I.E_s = \# \text{ Alumnos } \times \text{Dotación} = 19 \text{ alum } \times 25 \text{ l / alum.dia}$$

$$\text{Dotación } I.E_s = 475 \text{ l / dia}$$

Dotación Total

$$\text{Dotacion Total} = \text{Dotacion } I.E_I + \text{Dotacion } I.E_p + \text{Dotacion } I.E_s$$

$$\text{Dotacion Total} = 1365 \text{ l / dia} + 4220 \text{ l / dia} + 475 \text{ l / dia}$$

$$\text{Dotacion Total} = 6060 \text{ l / dia}$$

$$Q_{promedio} = \frac{\text{Dotación total(alumnos)}}{86400} = \frac{6060 \text{ (l / dia)}}{86400}$$

$$Q_{p \text{ I.E}} = 0.070 \text{ l / s}$$

Caudal promedio de consumo para instituciones sociales

Cobertura de agua	: 100%
Nº Instituciones Sociales	: 2
Nº de Establecimiento de Salud	: 1
Tasa de Crecimiento	: 2.91%
Densidad Poblacional	: 5.29 (hab. /Viv.)
Periodo de diseño	: 20 años

Dotación Establecimiento de Salud : 1000 l/día

$$Q_{promedio} = \frac{Poblacion\ futura \times Dotación}{86400}$$

Dotación para Instituciones Sociales

$$Dotacion\ I.S = \#I.S \times Densidad \times Dotación = 2(I.S) \times 5.29(hab./viv.) \times 80\ l / hab.dia$$

$$Dotación\ I.S = 846.4\ l / dia$$

Dotación para Establecimiento de salud

$$Dotacion\ E.S = \#E.S \times Dotación = 1(E.S) \times 1000\ l / dia$$

$$Dotación\ E.S = 1000\ l / dia$$

Dotación Total

$$Dotacion\ Total = Dotacion\ I.S + Dotacion\ E.S = 846.4\ l / dia + 1000\ l / dia$$

$$Dotacion\ Total = 1846.4\ l / dia$$

$$Q_{promedio} = \frac{Dotación\ total}{86400} = \frac{1846.4\ (l / dia)}{86400}$$

$$Q_{p\ I.S} = 0.021\ l / s$$

El caudal promedio de consumo total está dado por:

$$Q_{prom.\ consumo\ total} = Q_{p\ Viv.} + Q_{p\ I.E} + Q_{p\ I.S}$$

$$Q_{prom.\ consumo\ total} = 1.397 + 0.070 + 0.021$$

$$Q_{prom.\ consumo\ total} = 1.49\ (l / s)$$

Demanda de producción de agua en (l/s)

Se considera 25 % de perdidas

$$Q_{p\text{ demanda}} = \frac{Q_{\text{prom. consumo total}}}{1 - 25\%} = \frac{1.49 \text{ (l / dia)}}{0.75}$$

$$Q_{p\text{ demanda}} = 1.98 \text{ (l / s)}$$

Caudal Máximo diario

$$QMD = Q_{p\text{ demanda}} \times K_1 = 1.98 \times 1.30 \text{ (l / s)}$$

$$QMD = 2.58 \text{ (l / s)}$$

Caudal Máximo horario

$$QMH = Q_{p\text{ demanda}} \times K_2 = 1.98 \times 2.00 \text{ (l / s)}$$

$$QMH = 3.97 \text{ (l / s)}$$

El cálculo realizado líneas arriba corresponden al año 20 del proyecto de la misma manera podemos conocer la demanda de la población desde el año 1 hasta el año 20 para eso hacemos uso del Excel para facilitarnos los cálculos.

Tabla 20
Balance de la demanda desde el año 1 al año 20

Año	Oferta con proyecto (lps)	Demanda Proyectada Qmd (lps)	Balance Qmd (lps)
0	2.42	1.72	0.70
1	2.42	1.76	0.66
2	2.42	1.81	0.61
3	2.42	1.85	0.57
4	2.42	1.89	0.53
5	2.42	1.94	0.48
6	2.42	1.98	0.44
7	2.42	2.02	0.40
8	2.42	2.07	0.35
9	2.42	2.11	0.31
10	2.42	2.15	0.27
11	2.42	2.19	0.23
12	2.42	2.24	0.18
13	2.42	2.28	0.14
14	2.42	2.32	0.10
15	2.42	2.37	0.05
16	2.42	2.41	0.01
17	2.42	2.45	-0.03
18	2.42	2.49	-0.07
19	2.42	2.54	-0.12
20	2.42	2.58	-0.16

La tabla nos muestra la demanda según el año de proyecto y como se puede ver los últimos 4 años hay déficit, para ello en el reservorio tendremos que considerar un volumen de reserva para suplir la demanda.

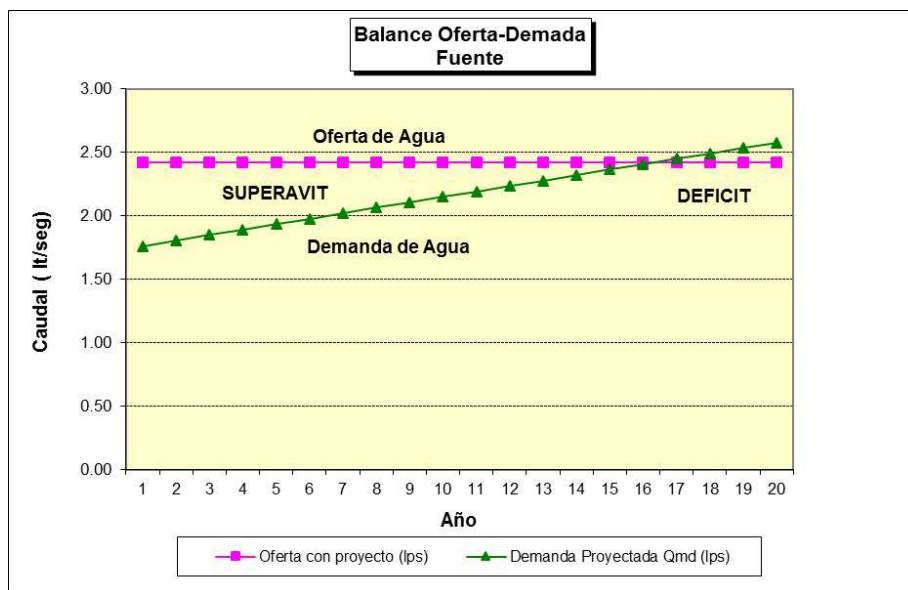


Figura 14. Se muestra el déficit en los últimos 4 años

5.3.4 Cálculo hidráulico de la captación en manantial tipo ladera

Calculando la distancia entre la cámara húmeda y el afloramiento

Por recomendación: La altura de “afloramiento al orificio de entrada” (h) debe ser de 0.40m a 0.50m; para nuestro cálculo usaremos h=0.40m

$$v = \sqrt{\frac{2 * g * h}{1.56}} = \sqrt{\frac{2 * 9.806 * 0.4}{1.56}}; \quad v = 2.24 \text{ (m/s)} \text{ Es una velocidad teórica}$$

Para calcular la carga necesaria sobre el orificio de entrada asumiremos una velocidad de 0.5 m/s (según lo recomendado la velocidad debe de estar entre 0.4 y 0.6 m/s)

$$h_0 = \frac{1.56 * v^2}{2 * g} = \frac{1.56 * 0.5^2}{2 * 9.806}; \quad h_0 = 0.0198 \text{ (m)} \text{ Es la carga en el orificio de}$$

entrada

Ahora calculamos la pérdida entre el afloramiento y el orificio de entrada

$$H_f = H - h_0 = 0.4 - 0.0198; \quad H_f = 0.3802 \text{ (m)}$$

La distancia desde la cámara húmeda hasta el afloramiento se obtiene de la siguiente expresión:

$$L = \frac{H_f}{0.30} = \frac{0.3802}{0.30} ; \quad L = 1.267(m)$$

Cálculo del ancho de la pantalla (b)

Primero Calcularemos el diámetro del orificio de la cámara húmeda por donde ingresara el agua del manantial

$$D_c = \sqrt{\frac{4 * Q_{Max}}{\pi * Cd * V}} = \sqrt{\frac{4 * 3.26}{\pi * 0.8 * 0.5}} * \frac{100}{2.54} (plg) ; \quad D_c = 4.01(plg)$$

Se va asumir que el diámetro del orificio será 2 plg; entonces con estos datos

Del diámetro calculado y diámetro asumido se calculara en número de orificios de entrada a la cámara de captación.

$$NA = \frac{Area \text{ del diametro calculado}}{Area \text{ del diametro asumido}} + 1 = \left(\frac{D_c}{D_a}\right)^2 + 1 = \left(\frac{4.01}{2}\right)^2 + 1; \quad NA = 5.02$$

Redondeando el número de orificios en la pantalla será 6, Solo se considerara un solo nivel de orificios.

Para determinar de la separación de los ejes de orificios se calcula mediante la está siguiente formula.

$$a = 3 * D_a + D_a (plg) = (3 * 2 + 2) * \frac{2.54}{100} (m) ; \quad a = 0.20 (m)$$

Para determinar “el ancho de pantalla” que depende del diámetro asumido, se calcula mediante la está siguiente formula

$$b = 2 * (6D_a) + NA * D_a + 3D_a * (NA - 1) \quad plg = 2 * (6 * 2) + 6 * 2 + 3 * 2 * (6 - 1) \quad \frac{2.54}{100} m;$$

$$b = 1.423 (m); \text{ Redondeando al más próximo } b = 1.50 (m)$$

La distancia del orificio a la pared está dada por la siguiente formula.

$$al = \frac{(b - a * (NA - 1))}{2} (plg) = \frac{(1.50 - 0.20 * (6 - 1))}{2} (m) ; \quad al = 0.25 (m)$$

Calculando la altura de la cámara húmeda

Una consideración a tener en cuenta es la altura mínima que permita sedimentar la arena; para ello se asume $A = 0.10 (m)$

De la canastilla de salida tomamos la mitad del diámetro; se asume

$$B = \text{diametro linea de conduccion} - 0.5 (plg);$$

$$B = 1.50 (plg)$$

Para el desnivel del nivel de agua de la cámara húmeda y el ingreso del agua (eje de orificios); se asume $D = 0.30 (m)$.

Calculo de la carga requerida para obtener como mínimo el QMD en la línea de conducción.

$$H_a = 1.56 \frac{V^2}{2 * g} (m) = 1.56 \frac{Q_{md}^2}{2 * g * A^2} (m) = 1.56 * \frac{2.39^2}{2 * 9.806 * \left(\frac{\pi * (2 * \frac{2.54}{100})^2}{4} \right)^2} (m) ;$$

$$H_a = 0.11 (m)$$

Por recomendación, se considera la altura de carga mayor a 30cm sobre la canastilla, para que fluya por la tubería de conducción a una cierta velocidad el gasto de la salida de la captación.

$$\text{Entonces se asume: } H_a = 0.50 (m)$$

El cálculo de la altura total de la cámara húmeda queda determinado por:

$$H_t = A + B + D + H_a \text{ (m)} = 0.10 + 1.5 * \frac{2.54}{100} + 0.30 + 0.50 \text{ (m)} ;$$

$$H_t = 0.938 \text{ (m)}$$

Dimensionamiento de la canastilla

$$D_{ca} = 2 * B \text{ (plg)} = 2 * 1.5 \text{ (plg)} ; D_{ca} = 3 \text{ (plg)} ;$$

Para el cálculo de la “longitud de la canastilla” se recomienda que sea menor 6B y mayor 3B

$$\text{Entonces se asume: } L = 6 * B \text{ (m)} \rightarrow L = 0.23 \text{ (m)}$$

Calculando el “ancho de la ranura” de la canastilla

$$\text{Se asume: } A_r = 0.005 \text{ (m)}$$

Calculando el “largo de la ranura” según:

$$\text{Se asume: } L_r = 0.007 \text{ (m)}$$

Para el cálculo de las áreas de las ranuras se da mediante:

$$A_{rr} = A_r * L_r \text{ (m}^2\text{)} = 0.005 * 0.007 \text{ (m}^2\text{)} ; A_{rr} = 0.00004 \text{ (m}^2\text{)}$$

Para el cálculo del área total de las ranuras se da mediante:

$$A_{tr} = 2 * A_c \text{ (m}^2\text{)} = 2 * \frac{\pi * (2 * \frac{2.54}{100})^2}{4} \text{ (m}^2\text{)} ; A_{tr} = 0.004 \text{ (m}^2\text{)}$$

Como consideración a tener en cuenta el área total no debe superar el valor al 50% del área lateral de la canastilla

$$A_g = 0.5 * D_{ca} * L = 2 * 4 * \frac{2.54}{100} * 0.35 \text{ (m}^2\text{)} ; A_g = 0.018 \text{ (m}^2\text{)}$$

Para el cálculo del número de ranuras en la canastilla se da mediante:

$$N^{\circ}_r = \frac{A_{tr}}{A_{rr}} \text{ (und)} = \frac{0.004}{0.00004} \text{ (und)} ; N^{\circ}_r = 116 \text{ (und)}$$

Perímetro de la canastilla

$$p = \pi * D_{ca} \text{ (m)} = \pi * 2 * \frac{2.54}{100} \text{ (m)}; \quad p = 0.17 \text{ (m)}$$

Numero de ranuras en paralelo

$$N_r = \frac{p * 0.25}{L_r} \text{ (und)} = \frac{0.17 * 0.25}{0.07} \text{ (und)}; \quad N_r = 6.0 \text{ (und)}$$

Numero de ranuras a lo largo

$$N_{rl} = \frac{N_r^\circ}{N_r} \text{ (und)} = \frac{116}{6} \text{ (und)}; \quad N_{rl} = 20 \text{ (und)}$$

Cálculo de la tubería de rebose y limpia

Según CEPI recomienda utilizar pendientes de 1 a 1.5 %, también se debe considerar que para los caudales máximos de aforo sea capaz de evacuar.

De la ecuación de Hazen y Williams

$$D_r = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{hf^{0.21}} \text{ (plg)} = \frac{0.71 * 3.26^{0.38}}{0.015^{0.21}} \text{ (plg)}; \quad D_r = 2.687 \text{ (plg)} \rightarrow \text{redondeando}$$

$$D_r = 3 \text{ (plg)}$$

5.3.5 Cálculo de la línea de conducción

Tenemos la ubicación de la captación y reservorio definida de acuerdo a las estructuras existentes y disponibilidad de terreno con coordenadas y cota:

Punto de afloramiento:

Este: 824137.03

Norte: 9170274.91

Cota: 2966.40

Reservorio

Este: 823979.76

Norte: 9170527.68

Cota: 2879.52

La línea de conducción presenta una longitud de, 313.31 m además el terreno es 70% normal y 30 % semirocoso según el estudio de mecánica de suelos, el que también se puede apreciar en las calicatas realizadas en la línea de conducción.

De la información anterior podemos concluir que la línea de conducción la tubería usada será de PVC PN 7.5 porque es posible la excavación del terreno y enterrar la tubería; además por ser uno de los materiales más económicos del mercado y de buena resistencia, la presión estática máxima a la que debe ser sometida según la RM-173-2016-Vivienda será de 50 mca.

Con los datos expuestos podemos calcular la presión estática y dinámica que llegará al reservorio.

Presión dinámica en reservorio

Aplicamos Bernoulli en la captación como punto 1 y reservorio como punto 2

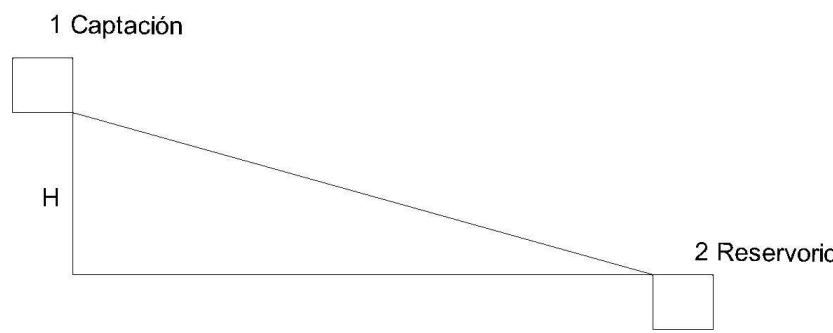


Figura 15. Líneas de conducción que une captación reservorio. Elaboración: propia

$$\frac{P_1}{\delta} + h_1 + \frac{V_1^2}{2g} + h_f = \frac{P_2}{\delta} + h_2 + \frac{V_2^2}{2g} + H ; \text{ Considerando que el agua esta quieta la } V_1 \text{ y } V_2$$

serán 0; las presiones en el punto 1 y 2 es la presión atmosférica por lo tanto se anulan.

Entonces:

$$h_1 + h_f = h_2 + H$$

$$h_1 - h_2 = H - h_f ; \text{ Donde } H=2966.40-2879.52$$

La presión estática estará dado por: $P_s = 86.88 \text{ (m)}$

Esta presión es al que la tubería soportara cuando el agua se encuentre en reposo.

De aquí podemos concluir que será necesario la instalación de 2 cámara de rompe presión tipo IV (CRP T-6), uno de ellos para romper la presión cuando $P_s = 50 \text{ m}$ y el otro CRP T-6 para asegurar de que el agua no llegue con una presión estática mayor que 10mca, de lo contrario generaría erosión en la paredes del reservorio.

La presión Dinámica estará dado por: $P_D = 86.88 - h_f \text{ (m)}$

Esta presión es al que la tubería soportara cuando el agua se encuentre en movimiento; y nos servirá para asegurar que el agua llegue con por lo menos 5mca al reservorio cuando se encuentre en movimiento.

Cálculo del h_f :

El cálculo se realizara por el método de Hazen y Williams es el método que más se usa para cálculos de pérdidas en tuberías en abastecimiento de agua:

Entonces según la ecuación de Hazen y Williams:

COEFICIENTES DE FRICCIÓN	
Rugosidad Absoluta	$k_s = 0.0000015 \text{ m}$
Coefficiente de Hazen Williams	$C_{HW} = 150$
Coefficiente de Manning	$n_{\text{Manning}} = 0.009$

Figura 16. Coeficiente de Hazen y Williams. Fuente: Manual de tuberías Pavco

Entonces: $C = 150$, para tuberías de PVC, $Q_{md} = 2.58 \text{ l/s}$, $L = 313.31$

De la ecuación: realizaremos el cálculo para dos posibles diámetro 2, 2.5 pulgadas

$$h_f = 10.67 x (Q / C)^{1.852} x L / D^{4.87}$$

Para 2 pulgadas $\rightarrow 57 \text{ mm}$ diámetro interno.

$$h_f = 10.67 x ((2.58 / 1000) / 150)^{1.852} x 313.31 / (57 / 1000)^{4.87} \rightarrow h_f = 5.74(m)$$

De la ecuación de continuidad $Q = VA \rightarrow V = 1.29 \text{ (m/s)}$

Para 2.5 pulgadas $\rightarrow 67.8 \text{ mm}$ diámetro interno.

$$h_f = 10.67x((2.58/1000)/150)^{1.852}x313.31/(67.8/1000)^{4.87} \rightarrow h_f = 2.47(m)$$

De la ecuación de continuidad $Q=VA \rightarrow V=0.91$ (m/s)

Para evaluación de que diámetro será el adecuado, ya que ambos cumplen con las velocidades y las pérdidas no afectan la llegada del agua al reservorio, hacemos el análisis por costos de tubería, en tal sentido la tubería de 2.5 pulgadas será de mayor costo por lo que optamos por la tubería de 2 pulgadas; la línea de conducción será de diámetro de 2 pulgadas.

5.3.6 Cálculo de la cámara rompe presión tipo 6

El tiempo de llenado de la CRP debe ser mucho mayor al tiempo de vacío o descarga, para evitar así el rebose y pérdida de agua en la cámara.

Calculo del volumen de la CRP

Tenemos como dato $Q_{md}=2.58$ l/s, la línea de conducción tiene una velocidad de $V=0.91$ m/s diámetro de la tubería de entrada y salida 2 1/2" (67.8 mm)

De aquí determinamos la carga requerida

$$H = 1.56x \frac{V^2}{2g} \rightarrow H = 1.56x \frac{1.29^2}{2g} \rightarrow H = 0.132 (m) \rightarrow 13cm \text{ para procesos}$$

constructivos la altura mínima es $H_{min}=0.35m$, asumiremos $H=0.65m$

Altura mínima de la tubería de salida 0.05m, asumiremos $A=0.10$ m

Borde libre mínimo $BL_{min}=0.15m$, Asumiremos 0.30 m

Entonces la altura total de la CRP está dada por:

$$H_t = A + H + BL \rightarrow H_t = 0.10 + 0.65 + 0.30 \rightarrow H_t = 1.05 (m)$$

La longitud y el ancho mínimo para una CRP es 0.60 m, asumiremos para la longitud y ancho 0.85 m.

Entonces el volumen de la CRP es:

Ancho x Longitud x Altura de carga (H)=0.85 x 0.85 x 0.65

Volumen = 0.47 m³

Tiempo de llenado de la CRP (Ti)

$$T_i = \frac{V_{util}}{Q_{md}} \rightarrow T_i = 182.03 \text{ seg.} \rightarrow 3.03 \text{ min}$$

Tiempo de Vaciado de la CRP (Ts)

$$T_s = \frac{2xS\sqrt{H}}{CA_d\sqrt{2g}},$$

$$A_d = \frac{\pi x D_s^2}{4} = \frac{\pi x (57 / 1000)^2}{4} = 0.0026 \text{ m}^2, S = LxA = 0.85x0.85 = 0.72 \text{ m}^2$$

$$T_s = \frac{2x0.72\sqrt{0.65}}{0.65x0.0026x\sqrt{2x9.806}} = 158.57 \text{ seg.} = 2.64 \text{ min}$$

Entonces se cumple la condición inicialmente planteada don de $T_i > T_s$

5.3.7 Cálculo del reservorio Apoyado

Cálculo del volumen

Con el $Q_{md}=2.58 \text{ l/s}$

Volumen de regulación 25% del Q_{pro} consumo total según el RM-173-2016-Vivienda

$$V_{regulación} = \frac{25\% \times Q_p \times 86400}{1000} = \frac{0.25 \times 1.98 \times 86400}{1000} = 42.88 \text{ m}^3$$

Se va a considerar un volumen de reserva, ya que los cuatro últimos años hay déficit en la dotación tal como se muestra en la Tabla N° 19

Entonces: para el año 20, la diferencia de caudales de la demanda y oferta es 0.16 l/s. para este valor calcularemos el volumen requerido en un día.

$$\text{Como } Q_{\text{deficit}} = \frac{0.16}{1.3} x (l / s) x (3600 / 1000) = 0.44 (m^3 / h)$$

$$V_{\text{reserva}} = Q_{\text{deficit}} (m^3 / h) x 24h = 0.44 x 24 = 10.63 m^3$$

$$V_{\text{almacenamiento}} = V_{\text{regulacion}} + V_{\text{reserva}} = 42.88 + 10.63 = 53.51 m^3$$

El volumen de almacenamiento del reservorio será: 53.51 → VOLUMEN = 54 M3

5.3.8 Cálculo de las Redes de distribución

Para el cálculo nos apoyaremos en el software Watercad.

Según las consideraciones que a continuación se exponen; complementadas con las que se mencionaran a continuación:

Como expuso en el capítulo 2, el cálculo será por el método de redes ramificadas

Donde se va a considerar que el caudal de cada grifo será 0.16 l/s > 0.10 l/s (reglamento)

Hay que mencionar también que del diseño de redes de distribución se coonsidero dos líneas de salida desde el reservorio.

Una de las líneas abastecerá a 48 viviendas y la otra a las 132 viviendas restantes (Anexo plano de redes)

De la experiencia de los profesionales de la consultora donde actualmente laboro se considera para los diseños de redes:

Para las conexiones domiciliarias; desde el último nodo hasta el hidrante, para viviendas e instituciones sociales se considera tubería de PVC de 1/2", para instituciones educativas se considera tubería de PVC de 3/4".

Para la red de distribución y línea de aducción se consideran:

Para hasta 3 lotes tubería de PVC de 3/4 “

Para hasta 10 lotes tubería de PVC de 1”

Para hasta 30 lotes tubería de PVC de 1 1/4”

Para hasta 60 lotes tubería de PVC de 2”

Para hasta 90 lotes tubería hasta PVC de 2 1/2”

Para más de 90 se considera tubería de PVC de 3”

Para las zonas donde finaliza las ramificaciones y verificando con inspección ocular, si se visualiza que no hay lugar donde se pueda construir más casas; la tubería de 3/4” será la a que abastece hasta 3 lotes; sin embargo si se observa que hay lugar a que población se expanda y puedan construir casas cerca de la ramificación final se considera tubería de 1”.

Estas consideraciones no son en absoluto, pueden variar dependiendo de la distribución de las viviendas, para ello se tiene verificar la velocidad y la variación de las perdidas.

Verificar que cumpla con el rango de velocidad que se estipula en la RM – 173 -2016-Vivienda

Para las CRPs presentes en las redes de distribución se debe cuidar que la presión estática en cada una de ellas no supere los 50 mca. Para tubería de PVC clase 7.5, según se indica en la RM -173 – 2016 VIVIENDA.

Velocidad mínima 0.6 m/s.

Velocidad Máxima 3.0 m/s.

También es de suma importancia indicar que la presión mínima dinámica que debe llegar a cada Hidrante es de 5mca, y no será mayor de 60mca la presión estática.

Luego de la simulación de las redes de distribución de la localidad de Chirchir, se obtuvieron los reportes donde podemos verificar las presiones de los hidrantes y de las CRPs.

Entonces de los resultados mostrado en el Anexo A.1, de los hidrantes podemos visualizar en las columnas resaltadas la presión dinámica y la presión estática se mantienen en el rango de 5mca – 60 mca, con esto aseguramos de que los hidrantes mínimamente dispongan de agua además cuidamos que los accesorios no sufran roturas por una sobrepresión.

En el caso para el cálculo de presión dinámica se muestra que solo algunos hidrantes tienen el caudal mínimo de 0.16 l/s; esto se debe a que los hidrantes son agrupados por horas de consumo, en la simulación de la localidad de Chirchir se agrupó en 4 horas de consumo distribuidos aleatoriamente en toda red, para esta tabla los hidrantes que tengan el valor que 0.16 l/s son los que pertenecen al grupo de la “Hora 0”

Del reporte de las CRPs en la red de distribución mostrado en el Anexo A.2 se visualiza en la columna resaltada la presión estática en cada uno de ellos, de donde se corrobora que ninguna presión supera los 60 mca, lo que nos indica que los accesorios y la CRP no serán no sufrirán roturas o rajaduras.

La tabla mostrada en el Anexo A.3 que es el reporte de los tramos de las tuberías presente en red de distribución, que según el cuadro hay 412 tramos, para cada tramo el cuadro nos muestra información de longitud, caudal, velocidad y las pérdidas. Las velocidades bajas en su mayoría están presente, en tuberías de corta longitud o en los tramos finales que corresponden a las conexiones domiciliarias donde el caudal máximo será 0.16 l/s. es aquí donde se presentan las velocidades bajas para ello en la mayoría de los tramos finales se coloca válvula de purga para eliminar lo que se pueda estar sedimentando por la baja velocidad. En los tramos largos mayores de 300 m y donde la velocidad también es baja se colocara válvulas de purga

CAPITULO 6 – DISCUSION DE RESULTADOS

6.1 De la metodología

El cálculo de la tasa de crecimiento se optó por el valor de 2.91 % que es la tasa de la localidad de Colcas con la que se tiene características socioeconómicas similares; para una tasa de 4.24% la cual es la tasa que inicialmente se calculó con información de la población de la localidad de Chirchir que la INEI nos proporcionó, con respecto a la población actual este valor 4.24% nos indica que la población anualmente crecería aproximadamente en 39 habitantes más, que no es tan real si revisamos la variación de alumnos en los centros educativos de la localidad de Chirchir que indica que solo en el nivel secundario en el año 2016 hubo 77 alumnos y en el año 2017 hubo 19 alumnos, nivel primario en el año 2016 hubo 208 alumnos y en el año 2017 hubo 211 alumnos, nivel primario en el año 2016 hubo 102 alumnos y en el año 2017 hubo 91 alumnos; información sacada del SCALE PERU; solo en el nivel primario la cantidad de alumnos aumento en 3, en secundaria disminuyo en 58 alumnos y en inicial donde más se ve reflejada el crecimiento poblacional disminuyo en 11 alumnos que no se sustenta en la cantidad de alumnos que aumento en el nivel primario, con este análisis se descartó el uso de una tasa de crecimiento 4.24% y sus similares calculados posteriormente; por ello se optó en el uso de una tasa de crecimiento de la localidad de Colcas 2.91%.

En el cálculo para la demanda; la suma de la demanda de las viviendas de las instituciones sociales y de la instituciones educativas y multiplicado por los factores de variación; el QMD=2.58 l/s y según el aforo del manantial se obtuvo un caudal mínimo para época de estiaje, un caudal de 2.45 l/s; pero la aprobación de la resolución administrativa N° 027 – 2017 – ANA –AAAVIM – ALACRISNEJAS, la acreditación de disponibilidad hídrica – superficial se nos autorizó el uso promedio de 2.42 l/s; entonces nuestra oferta será 2.42 l/s; ahora sabemos que para el año 20 el QMD=2.58 l/s, en el año 16 del proyecto se tiene un QMD=0.41 l/s; entonces a partir del año 17 tendremos déficit según nos muestra el figura 14 ; para ello necesitaremos un volumen de reserva que nos

ayude a suplir el déficit que se presenta en los últimos 4 años, calculo que se detalla en el diseño hidráulico del reservorio.

La distancia entre cámara húmeda calculada y el afloramiento nos dio $L=1.267$ (m) es la distancia mínima para asegurar que la corriente de agua aflorada fluya hacia la cámara húmeda, este valor puede ser mayor, va a depender de la disposición de terreno para la construcción de la estructuras; para nuestro proyecto esta distancia será mucho mayor por la misma razón expuesta, complejidad del terreno para la construcción de la cámara húmeda cerca de la cámara de captación, no se tendría inconveniente porque se estaría cumpliendo la distancia mínima de 1.267 m.

En cuanto a la línea de conducción la posibilidad de considerar diámetros de 2" o de 2 1/2", para ambos diámetros las velocidades 1.29 m/s y 0.91 m/s respectivamente y pérdidas de 5.74 m y 2.47 m respectivamente, están en el rango normal; por eso se vio necesario analizar por el costo de tubería donde el menor costo presenta las tuberías de 2", es la razón por la que la línea de conducción será de 2".

Se va a considerar CRP en la línea de conducción, ya que las tuberías de PVC consideradas en la línea de conducción soportaran una presión máxima de 75 mca y por seguridad diseñaremos la línea de conducción con una presión máxima de 50 mca.

Entonces se va a considerar 2 CRPs una para romper presión en 50 mca y la otra para asegurar que la presión de llegada en el reservorio no sea ni menos de 5 mca ni más de 20 cma; estas consideraciones para asegurar que el agua llegue al reservorio y que no malogre los accesorios por presentar una mayor presión.

El volumen de almacenamiento calculado es 54 m³ donde se consideró "el volumen de regulación más el volumen de reserva" este último se consideró por el déficit de la oferta de caudal presentado desde el año 17 del proyecto hasta el año 20.

6.2 De los Cálculos realizados en el software Watercad

De los cálculos realizados en Watercad, los resultados de las presiones dinámicas y estáticas en los hidrantes y CRPs son los indicadores que afirman si la simulación fue exitosa, o tendría que modificarse.

Para las redes de distribución, las presiones dinámicas calculadas en cada hidrante superan los 5mca asegurando que el agua llegue a las viviendas, también se calculó la presión estática estática no superando los 60 mca esto asegura que los accesorios no sufran algún tipo de rajadura por sobrepresión.

Los CRPs en la red de distribución tampoco superan los 60 mca de presión estática, así aseguramos los accesorios de la CRPs y posible erosión en la estructura por la presión con que podría llegar el agua si supera los 60 mca.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

De los estudios hidráulicos realizado para el diseño de las estructuras y redes para el abastecimiento de agua potable se ha logrado cubrir los objetivos planteados, de los cuales se puede extraer las siguientes conclusiones:

Del diagnóstico realizado de las estructuras y redes de la localidad de Chirchir se evidencio el mal estado de las estructuras y las redes por la antigüedad y por la falta de mantenimiento, por eso se concluyó proyectar nuevas estructuras y redes de abastecimiento de agua que pueda suplir al 100% de la población.

La fuente “Ojo de agua” que actualmente abastece a la localidad de Chirchir se realizó el aforo, dando un caudal de 3.26 l/s para épocas de avenidas y un caudal de 2.45 l/s para épocas de estiaje; en cuanto al análisis físico – químico los parámetros de la fuente “Ojo de agua” según el reglamento de Límite Máximo Permisible “Reglamento de la calidad de agua para consumo Humano DS 031-2010-SA y parámetros establecidos por la OMS para agua para consumo humano”, la calidad de agua del manantial “Ojo de agua” se encuentra dentro de los parámetros para consumo humano.

La población calculada fue en base al padrón inicial de la localidad de Chirchir donde nos indica que año 2015 cuenta con 920 habitantes y la tasa de crecimiento calculada es 2.91%; entonces con estos datos al año cero del proyecto según se consideró para el año 2017 había 974 habitantes y se proyectó hasta el año 20 (2037) del proyecto donde el cálculo nos arrojó 1509 habitantes.

Se obtuvo los cálculos de la demanda para la población proyectada al año 20 del proyecto (2037), en donde se tendrá la demanda de 1509 habitantes sumado más la demanda de las instituciones educativas y las instituciones sociales; el caudal promedio multiplicado por los factores de variación, nos arrojó para el QMD = 2.58 l/s y para

QMH=3.97 l/s, estos son los datos más importantes con lo que diseñaremos las estructuras y redes de distribución la localidad de Chirchir.

De los cálculos hidráulicos realizados para las estructuras y redes de agua de proyecto de abastecimiento de agua para la localidad de Chirchir se obtuvo los siguientes resultados:

Calculo hidráulico de la Captación:

- “Cálculo de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda”

$$L = 1.267(m)$$

- “Cálculo del ancho de la pantalla (b)”

$$b = 1.50 (m)$$

- “Cálculo de la altura de la cámara húmeda”

$$H_t = 0.951 (m)$$

- “Dimensionamiento de la canastilla”

$$D_{ca} = 3 (plg);$$

$$L = 0.23 (m)$$

$$N_r = 6.0 (und)$$

$$N_{rl} = 20 (und)$$

- “Cálculo de la tubería de rebose y limpia”

$$D_r = 3 (plg)$$

Calculo hidráulico de la línea de conducción:

Presión estática que llegaría al reservorio si no hubiese CRP

$$P_s = 86.88(m)$$

Para el diámetro d la tubería calculada:

D=2” con velocidad y pérdidas en toda la línea de conducción de:

$$V = 1.29 \text{ l/s}$$

$$h_f = 5.74(m)$$

Presión dinámica que llegaría al reservorio si no hubiese CRP

$$P_D = 81.14(m)$$

Calculo Hidráulico de la Cámara de rompe presión tipo 6:

Cálculo de la altura total de la CRP

$$H = 1.05(m)$$

Ancho y longitud de la CRP

$$A = 0.85 \text{ m}$$

$$L = 0.85 \text{ m}$$

Volumen de la CRP

$$V = 0.47 \text{ (m}^3\text{)}$$

Tiempo de llenado y tiempo de vaciado de la CRP

$$T_i = 3.03 \text{ min ;}$$

$$T_s = 2.64 \text{ min}$$

Cálculo hidráulico del reservorio:

Volumen de regulación

$$V_{reguacion} = 42.88 \text{ m}^3$$

Volumen de reserva

$$V_{reserva} = 10.63 \text{ m}^3$$

Volumen de total

$$V_{total} = 54 \text{ m}^3$$

Los resultados del “cálculo hidráulico de las redes de distribución”, se realizó mediante el software Watercad, los resultados se muestran en los reportes de hidrantes y CRPs, en donde se verifica las presiones dinámicas y estáticas en los hidrantes y en los CRPs; así mismo se hace una inspección de las velocidades y la longitud de los tramos de las tubería presentadas en los reportes de tubería ; para poder indicar donde se colocara válvulas de aire, las válvulas de control y las válvulas de purga.

Recomendaciones

De la evaluación de los parámetros microbiológico el contenido de coliformes fecales de la muestra del Manantial El Ojo de Agua de la localidad de Chirchir supera en una mínima cantidad a los “LMP del Reglamento de la calidad de agua para consumo humano DS 031-2010-SA”, se recomienda realizar a la fuente de agua del Manantial “El Ojo de Agua” una desinfección química utilizando químicos reactivos como el cloro por su alta capacidad oxidante para la destrucción de la materia orgánica y microorganismos patógenos.

BIBLIOGRAFÍA

- Agüero, R. (1997). *Agua Potable para Poblaciones Rurales*. Lima, Perú: Asociación de Servicios Educativos Rurales.
- Rocha, A. (2012). *Hidráulica de tuberías y canales*
Recuperado el 20 de Marzo del 2018:
<https://luisalderonf.files.wordpress.com/2012/01/hidraulica-de-tuberias-y-canales.pdf>
- Valdez, E. (1990). *Abastecimiento de Agua Potable*. México: Universidad Nacional Autónoma de México – Facultad de Ingeniería.
- Autoridad Nacional del Agua (2010). *Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico*.
Recuperado el 20 de Marzo del 2018:
<http://www.ana.gob.pe/media/389716/manual-dise%C3%B1os-1.pdf>
- Autoridad Nacional del Agua (2012), *Estudio de Afianzamiento Hídrico de las Subcuencas Paccha, Azufre y Grande de Chonta*.
Recuperado 1 de Marzo 2018
http://intranet.ana.gob.pe/downloadSNIRH/archivoEstudio/EstudioAfianzamientoHidrico/ESTUDIO_AFIANZAMIENTO_HIDRICO_PACCHA_AZUFRE_GRANDE_CHONTA.pdf
- CEPIS (2005). *Guía para el diseño y construcción de captaciones de manantial*.
- CEPIS (2005). *Guía para el diseño y construcción de reservorios apoyados*.

- CEPIS (1998). *Tecnología de pequeños Sistemas de Abastecimiento de Agua en Países en Desarrollo*.
- Gobierno del Perú (2004). *Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centro poblados rurales*.
- Resolución Ministerial N° 173 – 2016 – Vivienda. Lima 19 de Julio del 2016
- Universidad Nacional de Ingeniería (2013). *Población de diseño Métodos de Cálculo Poblacional*, Facultad de Ingeniería Civil

Recuperado el 15 de Marzo del 2018:

<https://es.slideshare.net/nando123978978/poblacion-35199060>

ANEXOS

Anexo A Reporte de la simulación en Watercad

Anexo.A.1 Reporte de los Hidrantes

Anexo.A.2 Reporte de las CRPs en la red de distribución

Anexo.A.3 Reporte de los tramos de tuberías en la línea de aducción y red de distribución

Anexo B Planos hidráulicos de las estructuras

Anexo.B.1 Plano hidráulico de la Captación

Anexo.B.2 Plano hidráulico de la CRP

Anexo C Plano hidráulicos de las líneas y redes de distribución

Anexo C.1 Plano de Gradiente hidráulica de la línea de conducción

Anexo C.2 Plano de la línea de conducción y red de distribución

ANEXO D
REPORTE DE LA SIMULACION EN WATERCAD

Anexo.A.1

Reporte de la simulación de los Hidrantes

FlexTable: Hydrant Table								
Current Time: 0.000 hours								
PRESIÓN DINÁMICA						PRESIÓN ESTÁTICA		
ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
2763	H-1	2,830.18	0.16	2,842.92	12.71	0.00	2,845.38	15.17
2768	H-2	2,828.80	0.00	2,842.36	13.54	0.00	2,845.38	16.55
2773	H-3	2,815.39	0.00	2,842.51	27.07	0.00	2,845.38	29.92
2778	H-4	2,819.25	0.00	2,842.45	23.16	0.00	2,845.38	26.08
2783	H-5	2,813.33	0.16	2,842.04	28.65	0.00	2,845.38	31.98
2788	H-6	2,812.54	0.00	2,842.22	29.62	0.00	2,845.38	32.77
2793	H-7	2,786.04	0.00	2,804.44	18.37	0.00	2,804.44	18.37
2795	H-8	2,758.72	0.00	2,804.44	45.63	0.00	2,804.44	45.63
2800	H-9	2,792.49	0.16	2,804.66	12.14	0.00	2,805.42	12.90
2805	H-10	2,783.15	0.00	2,804.64	21.44	0.00	2,805.42	22.22
2810	H-11	2,759.47	0.00	2,804.19	44.63	0.00	2,805.42	45.86
2815	H-12	2,757.79	0.00	2,804.13	46.24	0.00	2,805.42	47.53
2820	H-13	2,754.70	0.16	2,803.69	48.89	0.00	2,805.42	50.62
2822	H-14	2,752.14	0.00	2,803.84	51.60	0.00	2,805.42	53.18
2833	H-15	2,751.45	0.00	2,803.91	52.35	0.00	2,805.42	53.86
2835	H-16	2,752.28	0.00	2,803.88	51.49	0.00	2,805.42	53.03
2837	H-17	2,751.62	0.16	2,803.28	51.55	0.00	2,805.42	53.69
2842	H-18	2,821.45	0.00	2,842.18	20.69	0.00	2,845.38	23.87
2850	H-19	2,803.21	0.00	2,814.59	11.36	0.00	2,815.09	11.85
2855	H-20	2,791.81	0.00	2,814.44	22.59	0.00	2,815.09	23.23
2860	H-21	2,783.44	0.16	2,814.13	30.63	0.00	2,815.09	31.59
2862	H-22	2,780.37	0.00	2,814.32	33.88	0.00	2,815.09	34.65
2867	H-23	2,791.00	0.00	2,814.29	23.25	0.00	2,815.09	24.04
2869	H-24	2,786.01	0.00	2,814.29	28.22	0.00	2,815.09	29.02
2874	H-25	2,782.42	0.16	2,813.67	31.18	0.00	2,815.09	32.60
2879	H-26	2,777.33	0.00	2,813.46	36.05	0.00	2,815.09	37.68
2884	H-27	2,776.10	0.00	2,813.24	37.06	0.00	2,815.09	38.91
2889	H-28	2,770.60	0.00	2,813.18	42.50	0.00	2,815.09	44.40
2894	H-29	2,778.20	0.16	2,812.54	34.27	0.00	2,815.09	36.81
2899	H-30	2,769.25	0.00	2,813.05	43.70	0.00	2,815.09	45.74
2904	H-31	2,769.03	0.00	2,812.96	43.85	0.00	2,815.09	45.97
2909	H-32	2,753.33	0.00	2,769.12	15.76	0.00	2,769.89	16.53
2914	H-33	2,755.89	0.16	2,768.21	12.29	0.00	2,769.89	13.97
2919	H-34	2,754.74	0.00	2,768.34	13.58	0.00	2,769.89	15.12
2924	H-35	2,748.28	0.00	2,767.67	19.35	0.00	2,769.89	21.57
2929	H-36	2,745.60	0.00	2,767.54	21.90	0.00	2,769.89	24.25
2934	H-37	2,746.19	0.16	2,765.90	19.67	0.00	2,769.89	23.66
2939	H-38	2,743.91	0.00	2,766.43	22.47	0.00	2,769.89	25.93
2941	H-39	2,739.17	0.00	2,766.31	27.09	0.00	2,769.89	30.66
2946	H-40	2,752.36	0.00	2,768.44	16.05	0.00	2,769.89	17.49
2951	H-41	2,747.34	0.16	2,767.96	20.58	0.00	2,769.89	22.51
2956	H-42	2,744.79	0.00	2,768.33	23.49	0.00	2,769.89	25.05
2961	H-43	2,742.35	0.00	2,768.31	25.91	0.00	2,769.89	27.49
2966	H-44	2,736.01	0.00	2,768.26	32.19	0.00	2,769.89	33.82
2971	H-45	2,730.71	0.16	2,768.00	37.22	0.00	2,769.89	39.11
2973	H-46	2,725.96	0.00	2,768.26	42.21	0.00	2,769.89	43.84

FlexTable: Hydrant Table								
Current Time: 0.000 hours								
PRESIOÓN DINÁMICA						PRESION ESTÁTICA		
ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
2978	H-47	2,764.08	0.00	2,812.73	48.54	0.00	2,815.09	50.90
2983	H-48	2,753.32	0.00	2,768.95	15.59	0.00	2,769.89	16.54
2988	H-49	2,753.60	0.16	2,768.54	14.91	0.00	2,769.89	16.26
2990	H-50	2,747.75	0.00	2,768.91	21.12	0.00	2,769.89	22.09
2992	H-51	2,740.88	0.00	2,768.91	27.98	0.00	2,769.89	28.96
2995	H-52	2,757.08	0.00	2,768.93	11.83	0.00	2,769.89	12.78
3002	H-53	2,756.26	0.16	2,768.48	12.20	0.00	2,769.89	13.61
3007	H-54	2,751.87	0.00	2,768.44	16.54	0.00	2,769.89	17.98
3012	H-55	2,741.87	0.00	2,768.40	26.47	0.00	2,769.89	27.96
3017	H-56	2,740.75	0.00	2,768.27	27.46	0.00	2,769.89	29.08
3022	H-57	2,736.10	0.16	2,767.92	31.75	0.00	2,769.89	33.72
3027	H-58	2,734.30	0.00	2,768.08	33.71	0.00	2,769.89	35.52
3032	H-59	2,732.00	0.00	2,768.08	36.01	0.00	2,769.89	37.82
3034	H-60	2,732.54	0.00	2,768.08	35.47	0.00	2,769.89	37.28
3039	H-61	2,736.63	0.16	2,767.59	30.90	0.00	2,769.89	33.19
3044	H-62	2,735.95	0.00	2,767.36	31.35	0.00	2,769.89	33.87
3049	H-63	2,735.19	0.00	2,767.29	32.03	0.00	2,769.89	34.63
3054	H-64	2,734.61	0.00	2,767.14	32.46	0.00	2,769.89	35.21
3059	H-65	2,737.59	0.16	2,766.75	29.10	0.00	2,769.89	32.24
3064	H-66	2,733.27	0.00	2,765.72	32.39	0.00	2,769.89	36.55
3069	H-67	2,731.63	0.00	2,764.99	33.30	0.00	2,769.89	38.19
3074	H-68	2,730.42	0.00	2,764.75	34.26	0.00	2,769.89	39.40
3079	H-69	2,731.32	0.16	2,764.36	32.98	0.00	2,769.89	38.50
3081	H-70	2,734.38	0.00	2,764.47	30.03	0.00	2,769.89	35.44
3086	H-71	2,710.71	0.00	2,724.93	14.20	0.00	2,725.92	15.18
3091	H-72	2,707.94	0.00	2,724.51	16.53	0.00	2,725.92	17.94
3096	H-73	2,703.83	0.16	2,723.71	19.84	0.00	2,725.92	22.04
3098	H-74	2,697.91	0.00	2,723.98	26.02	0.00	2,725.92	27.95
3103	H-75	2,699.08	0.00	2,723.20	24.07	0.00	2,725.92	26.78
3105	H-76	2,695.61	0.00	2,722.94	27.27	0.00	2,725.92	30.25
3107	H-77	2,680.06	0.16	2,722.14	41.99	0.00	2,725.92	45.76
3112	H-78	2,693.35	0.00	2,723.10	29.69	0.00	2,725.92	32.50
3117	H-79	2,691.06	0.00	2,723.08	31.95	0.00	2,725.92	34.79
3122	H-80	2,689.78	0.00	2,723.03	33.18	0.00	2,725.92	36.06
3127	H-81	2,686.10	0.16	2,722.84	36.66	0.00	2,725.92	39.74
3129	H-82	2,684.23	0.00	2,722.96	38.65	0.00	2,725.92	41.60
3134	H-83	2,697.39	0.00	2,723.91	26.47	0.00	2,725.92	28.47
3139	H-84	2,689.39	0.00	2,723.68	34.22	0.00	2,725.92	36.45
3144	H-85	2,688.43	0.16	2,723.31	34.81	0.00	2,725.92	37.41
3149	H-86	2,671.22	0.00	2,722.29	50.96	0.00	2,725.92	54.58
3154	H-87	2,670.17	0.00	2,721.84	51.56	0.00	2,725.92	55.63
3159	H-88	2,671.80	0.00	2,721.69	49.79	0.00	2,725.92	54.00
3164	H-89	2,670.44	0.16	2,721.20	50.67	0.00	2,725.92	55.37
3167	H-90	2,659.85	0.00	2,669.72	9.85	0.00	2,669.89	10.02
3169	H-91	2,616.83	0.00	2,669.47	52.54	0.00	2,669.89	52.95
3174	H-92	2,614.46	0.00	2,630.87	16.38	0.00	2,631.53	17.04

FlexTable: Hydrant Table								
Current Time: 0.000 hours								
PRESIÓN DINÁMICA						PRESIÓN ESTÁTICA		
ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
3179	H-93	2,612.94	0.16	2,630.38	17.40	0.00	2,631.53	18.56
3181	H-94	2,552.74	0.00	2,580.32	27.52	0.00	2,580.32	27.52
3186	H-95	2,732.59	0.00	2,766.22	33.57	0.00	2,769.89	37.23
3191	H-96	2,725.25	0.00	2,765.66	40.32	0.00	2,769.89	44.55
3196	H-97	2,725.46	0.16	2,764.83	39.29	0.00	2,769.89	44.34
3201	H-98	2,718.12	0.00	2,764.34	46.12	0.00	2,769.89	51.66
3206	H-99	2,722.63	0.00	2,764.31	41.59	0.00	2,769.89	47.17
3211	H-100	2,721.63	0.00	2,764.22	42.51	0.00	2,769.89	48.17
3216	H-101	2,720.00	0.16	2,763.94	43.85	0.00	2,769.89	49.79
3218	H-102	2,718.11	0.00	2,764.21	46.01	0.00	2,769.89	51.68
3223	H-103	2,720.00	0.00	2,764.29	44.20	0.00	2,769.89	49.79
3228	H-104	2,722.53	0.00	2,764.22	41.61	0.00	2,769.89	47.27
3233	H-105	2,728.12	0.16	2,763.89	35.70	0.00	2,769.89	41.69
3238	H-106	2,717.71	0.00	2,764.21	46.41	0.00	2,769.89	52.08
3240	H-107	2,716.27	0.00	2,764.21	47.84	0.00	2,769.89	53.51
3245	H-108	2,718.95	0.00	2,764.78	45.74	0.00	2,769.89	50.84
3250	H-109	2,715.78	0.16	2,764.17	48.29	0.00	2,769.89	54.01
3255	H-110	2,701.72	0.00	2,712.79	11.05	0.00	2,713.07	11.33
3260	H-111	2,707.94	0.00	2,712.43	5.48	0.00	2,713.07	6.12
3265	H-112	2,696.40	0.00	2,712.40	15.97	0.00	2,713.07	16.64
3270	H-113	2,694.13	0.16	2,711.81	17.64	0.00	2,713.07	18.90
3275	H-114	2,662.66	0.00	2,674.94	12.26	0.00	2,675.61	12.92
3280	H-115	2,661.27	0.00	2,674.87	13.58	0.00	2,675.61	14.31
3285	H-116	2,658.90	0.00	2,674.74	15.81	0.00	2,675.61	16.68
3290	H-117	2,658.51	0.16	2,674.48	15.94	0.00	2,675.61	17.07
3295	H-118	2,656.10	0.00	2,674.60	18.46	0.00	2,675.61	19.47
3300	H-119	2,620.63	0.00	2,674.22	53.49	0.00	2,675.61	54.87
3305	H-120	2,623.20	0.00	2,674.16	50.86	0.00	2,675.61	52.30
3307	H-121	2,622.01	0.16	2,673.92	51.81	0.00	2,675.61	53.50
3312	H-122	2,734.91	0.00	2,767.42	32.44	0.00	2,769.89	34.91
3422	H-123	2,826.82	0.00	2,877.25	50.33	0.00	2,880.50	53.57
3427	H-124	2,811.04	0.00	2,821.02	9.96	0.00	2,821.81	10.74
3432	H-125	2,801.48	0.16	2,820.14	18.62	0.00	2,821.81	20.28
3437	H-126	2,801.51	0.00	2,820.29	18.74	0.00	2,821.81	20.26
3442	H-127	2,805.25	0.00	2,819.99	14.70	0.00	2,821.81	16.52
3447	H-128	2,805.11	0.00	2,819.48	14.34	0.00	2,821.81	16.66
3452	H-129	2,800.61	0.16	2,818.89	18.24	0.00	2,821.81	21.15
3458	H-130	2,802.06	0.00	2,818.93	16.83	0.00	2,821.81	19.70
3471	H-131	2,781.57	0.00	2,818.21	36.57	0.00	2,821.81	40.15
3476	H-132	2,783.78	0.00	2,817.35	33.50	0.00	2,821.81	37.95
3478	H-133	2,755.40	0.16	2,780.98	25.53	0.00	2,781.96	26.51
3483	H-134	2,763.90	0.00	2,781.79	17.85	0.00	2,781.96	18.03
3485	H-135	2,755.20	0.16	2,781.01	25.76	0.00	2,781.96	26.71
3490	H-136	2,793.18	0.00	2,818.35	25.12	0.00	2,821.81	28.57
3495	H-137	2,766.78	0.16	2,786.33	19.51	0.00	2,788.07	21.24
3500	H-138	2,765.95	0.00	2,786.51	20.52	0.00	2,788.07	22.07

FlexTable: Hydrant Table								
Current Time: 0.000 hours								
PRESIÓN DINÁMICA						PRESIÓN ESTÁTICA		
ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
3505	H-139	2,775.16	0.00	2,786.27	11.08	0.00	2,788.07	12.88
3510	H-140	2,774.00	0.00	2,786.05	12.02	0.00	2,788.07	14.04
3512	H-141	2,760.09	0.16	2,785.36	25.22	0.00	2,788.07	27.92
3517	H-142	2,758.34	0.00	2,785.79	27.40	0.00	2,788.07	29.67
3519	H-143	2,758.05	0.16	2,785.56	27.45	0.00	2,788.07	29.95
3524	H-144	2,761.15	0.00	2,785.50	24.30	0.00	2,788.07	26.86
3529	H-145	2,753.99	0.16	2,783.31	29.26	0.00	2,788.07	34.01
3534	H-146	2,765.55	0.00	2,783.65	18.06	0.00	2,788.07	22.47
3539	H-147	2,758.67	0.00	2,783.47	24.74	0.00	2,788.07	29.34
3544	H-148	2,758.54	0.00	2,783.25	24.66	0.00	2,788.07	29.47
3549	H-149	2,758.00	0.16	2,782.69	24.64	0.00	2,788.07	30.01
3554	H-150	2,752.38	0.00	2,782.04	29.60	0.00	2,788.07	35.62
3559	H-151	2,750.32	0.00	2,781.39	31.01	0.00	2,788.07	37.68
3564	H-152	2,748.19	0.00	2,781.18	32.92	0.00	2,788.07	39.79
3569	H-153	2,721.85	0.16	2,732.70	10.82	0.00	2,733.66	11.78
3574	H-154	2,720.57	0.00	2,733.31	12.72	0.00	2,733.66	13.07
3579	H-155	2,694.16	0.00	2,733.05	38.81	0.00	2,733.66	39.42
3581	H-156	2,690.34	0.16	2,732.36	41.94	0.00	2,733.66	43.23
3586	H-157	2,755.23	0.16	2,780.26	24.98	0.00	2,788.07	32.77
3591	H-158	2,748.46	0.00	2,780.42	31.90	0.00	2,788.07	39.53
3596	H-159	2,749.34	0.00	2,780.29	30.89	0.00	2,788.07	38.65
3601	H-160	2,752.07	0.00	2,780.22	28.09	0.00	2,788.07	35.93
3607	H-161	2,753.95	0.16	2,778.75	24.75	0.00	2,788.07	34.05
3612	H-162	2,756.08	0.00	2,778.94	22.82	0.00	2,788.07	31.93
3617	H-163	2,747.33	0.00	2,778.30	30.90	0.00	2,788.07	40.66
3622	H-164	2,743.38	0.00	2,777.92	34.47	0.00	2,788.07	44.60
3627	H-165	2,725.87	0.16	2,736.57	10.68	0.00	2,737.70	11.80
3629	H-166	2,724.12	0.00	2,736.79	12.65	0.00	2,737.70	13.55
3634	H-167	2,715.62	0.00	2,736.29	20.62	0.00	2,737.70	22.03
3636	H-168	2,708.83	0.00	2,736.16	27.28	0.00	2,737.70	28.81
3641	H-169	2,709.87	0.16	2,735.85	25.92	0.00	2,737.70	27.77
3643	H-170	2,687.03	0.16	2,734.64	47.51	0.00	2,737.70	50.56
3648	H-171	2,747.86	0.00	2,765.99	18.10	0.00	2,769.89	21.99
3653	H-172	2,746.02	0.00	2,765.99	19.93	0.00	2,769.89	23.82
3658	H-173	2,745.48	0.16	2,765.90	20.38	0.00	2,769.89	24.36
3663	H-174	2,742.16	0.00	2,766.07	23.87	0.00	2,769.89	27.68
3668	H-175	2,736.90	0.00	2,768.00	31.03	0.00	2,769.89	32.93
3673	H-176	2,735.12	0.00	2,768.00	32.81	0.00	2,769.89	34.70
3678	H-177	2,737.15	0.16	2,767.85	30.64	0.00	2,769.89	32.68
3683	H-178	2,734.00	0.00	2,768.11	34.05	0.00	2,769.89	35.82
3685	H-179	2,738.62	0.00	2,768.16	29.48	0.00	2,769.89	31.21
3718	H-180	2,714.30	0.00	2,764.63	50.23	0.00	2,769.89	55.48

Anexo.A.2

Reporte de las CRPs en la red de distribución

FlexTable: PRV Table					
ID	Label	Elevation (m)	Flow (L/s)	Hydraulic Grade (From) (m)	Pressure (From) (m H2O)
3720	CRP-1	2,921.15	2.39	2,964.37	43.14
3723	CRP-2	2,890.49	2.39	2,920.28	29.73
3380	CRP-3	2,845.38	0.04	2,880.50	35.05
3383	CRP-4	2,804.44	0.00	2,845.38	40.85
3386	CRP-5	2,805.42	0.00	2,845.38	39.87
3389	CRP-6	2,815.09	0.03	2,845.38	30.23
3395	CRP-7	2,769.89	0.02	2,815.09	45.10
3404	CRP-8	2,713.07	0.00	2,769.89	56.71
3407	CRP-9	2,675.61	0.00	2,713.07	37.38
3410	CRP-10	2,725.92	0.01	2,769.89	43.89
3413	CRP-11	2,669.89	0.00	2,725.92	55.92
3416	CRP-12	2,631.53	0.00	2,669.89	38.28
3419	CRP-13	2,580.32	0.00	2,631.53	51.11
3460	CRP-14	2,821.81	0.01	2,880.50	58.58
3463	CRP-15	2,781.96	0.00	2,821.81	39.76
3697	CRP-16	2,788.07	0.01	2,821.81	33.67
3703	CRP-17	2,733.66	0.00	2,788.07	54.30
3706	CRP-18	2,737.70	0.00	2,788.07	50.27

**Anexo.A.3 Reporte de los tramos de tuberías
en la red de distribución**

FlexTable: Pipe Table					
Current Time: 0.000 hours					
Label	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Flow (Absolute) (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss (Friction) (m)
T-1	110.47	67.8	2.39	0.66	0.76
T-2	126.62	67.8	2.39	0.66	0.87
T-3	76.16	67.8	2.39	0.66	0.52
T-4	178.23	57.0	2.57	1.01	3.25
T-5	91.92	22.9	0.00	0.00	0.00
T-6	29.86	22.9	0.00	0.00	0.00
T-7	44.34	29.4	0.00	0.00	0.00
T-8	66.56	22.9	0.16	0.39	0.60
T-9	98.55	22.9	0.00	0.00	0.00
T-10	128.43	22.9	0.00	0.00	0.00
T-11	50.04	22.9	0.16	0.39	0.45
T-12	4.76	17.4	0.16	0.67	0.16
T-13	7.35	17.4	0.00	0.00	0.00
T-14	33.96	43.4	0.64	0.43	0.18
T-15	5.12	17.4	0.00	0.00	0.00
T-16	10.94	43.4	0.64	0.43	0.06
T-17	7.85	17.4	0.00	0.00	0.00
T-18	33.70	29.4	0.16	0.24	0.09
T-19	5.06	17.4	0.16	0.67	0.17
T-20	125.70	29.4	0.00	0.00	0.00
T-21	6.88	17.4	0.00	0.00	0.00
T-22	46.92	22.9	0.00	0.00	0.00
T-23	6.29	17.4	0.00	0.00	0.00
T-24	6.43	17.4	0.00	0.00	0.00
T-25	3.86	17.4	0.16	0.67	0.13
T-26	15.75	29.4	0.32	0.47	0.15
T-27	8.29	17.4	0.00	0.00	0.00
T-28	45.55	29.4	0.32	0.47	0.44
T-29	4.90	17.4	0.00	0.00	0.00
T-30	6.71	29.4	0.32	0.47	0.07
T-31	4.76	17.4	0.00	0.00	0.00
T-32	40.47	29.4	0.16	0.24	0.11
T-33	34.75	22.9	0.00	0.00	0.00
T-34	4.52	17.4	0.16	0.67	0.16
T-35	5.20	17.4	0.00	0.00	0.00
T-36	12.51	29.4	0.16	0.24	0.03
T-37	46.51	22.9	0.16	0.39	0.42
T-38	22.70	17.4	0.00	0.00	0.00
T-39	5.14	17.4	0.00	0.00	0.00
T-40	5.11	17.4	0.16	0.67	0.18
T-41	19.62	81.4	4.51	0.87	0.18

FlexTable: Pipe Table					
Current Time: 0.000 hours					
Label	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Flow (Absolute) (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss (Friction) (m)
T-42	32.61	22.9	0.00	0.00	0.00
T-43	5.41	17.4	0.00	0.00	0.00
T-44	5.86	17.4	0.00	0.00	0.00
T-45	10.62	29.4	0.16	0.24	0.03
T-46	5.63	17.4	0.00	0.00	0.00
T-47	46.51	29.4	0.16	0.24	0.12
T-48	17.14	22.9	0.00	0.00	0.00
T-49	5.46	17.4	0.16	0.67	0.19
T-50	5.38	17.4	0.00	0.00	0.00
T-51	30.79	29.4	0.00	0.00	0.00
T-52	47.97	22.9	0.00	0.00	0.00
T-53	4.72	17.4	0.00	0.00	0.00
T-54	6.44	17.4	0.00	0.00	0.00
T-55	6.65	17.4	0.16	0.67	0.23
T-56	55.10	81.4	4.18	0.80	0.44
T-57	7.65	17.4	0.00	0.00	0.00
T-58	27.21	81.4	4.18	0.80	0.22
T-59	7.23	17.4	0.00	0.00	0.00
T-60	7.98	81.4	4.18	0.80	0.06
T-61	11.26	17.4	0.00	0.00	0.00
T-62	5.26	81.4	4.18	0.80	0.04
T-63	17.38	17.4	0.16	0.67	0.60
T-64	12.48	81.4	4.02	0.77	0.09
T-65	9.27	17.4	0.00	0.00	0.00
T-66	11.67	81.4	4.02	0.77	0.09
T-67	8.42	17.4	0.00	0.00	0.00
T-68	68.76	43.4	0.97	0.65	0.77
T-69	21.36	17.4	0.00	0.00	0.00
T-70	8.57	17.4	0.16	0.67	0.30
T-71	16.64	29.4	0.32	0.48	0.16
T-72	9.41	17.4	0.00	0.00	0.00
T-73	68.32	29.4	0.32	0.47	0.67
T-74	7.54	17.4	0.00	0.00	0.00
T-75	13.04	29.4	0.32	0.47	0.13
T-76	15.25	17.4	0.00	0.00	0.00
T-77	111.59	29.4	0.32	0.47	1.09
T-78	16.14	17.4	0.16	0.67	0.56
T-79	9.85	29.4	0.16	0.24	0.03
T-80	44.34	29.4	0.16	0.24	0.12
T-81	18.85	17.4	0.00	0.00	0.00
T-82	31.77	43.4	0.48	0.33	0.10

FlexTable: Pipe Table					
Current Time: 0.000 hours					
Label	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Flow (Absolute) (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss (Friction) (m)
T-83	9.20	17.4	0.00	0.00	0.00
T-84	29.07	43.4	0.48	0.33	0.09
T-85	11.31	17.4	0.16	0.67	0.39
T-86	11.63	43.4	0.32	0.22	0.02
T-87	4.24	17.4	0.00	0.00	0.00
T-88	12.36	43.4	0.32	0.22	0.02
T-89	4.86	17.4	0.00	0.00	0.00
T-90	12.89	17.4	0.00	0.00	0.00
T-91	9.59	43.4	0.16	0.11	0.00
T-92	72.14	43.4	0.00	0.00	0.00
T-93	7.44	17.4	0.16	0.67	0.26
T-94	8.82	17.4	0.00	0.00	0.00
T-95	110.28	29.4	0.16	0.24	0.30
T-96	7.78	17.4	0.00	0.00	0.00
T-97	12.00	29.4	0.16	0.24	0.03
T-98	10.74	17.4	0.16	0.67	0.37
T-99	6.06	17.4	0.00	0.00	0.00
T-100	4.80	17.4	0.00	0.00	0.00
T-101	8.71	17.4	0.00	0.00	0.00
T-102	24.11	67.8	2.89	0.80	0.24
T-103	6.36	17.4	0.16	0.67	0.22
T-104	29.11	67.8	2.73	0.76	0.26
T-105	4.01	17.4	0.00	0.00	0.00
T-106	5.09	67.8	2.73	0.76	0.04
T-107	7.95	17.4	0.00	0.00	0.00
T-108	14.94	67.8	2.73	0.76	0.13
T-109	7.64	17.4	0.00	0.00	0.00
T-110	21.52	29.4	0.16	0.24	0.06
T-111	4.83	17.4	0.16	0.67	0.17
T-112	30.11	29.4	0.00	0.00	0.00
T-113	6.82	17.4	0.00	0.00	0.00
T-114	21.47	29.4	0.00	0.00	0.00
T-115	14.79	22.9	0.00	0.00	0.00
T-116	6.54	17.4	0.00	0.00	0.00
T-117	4.90	17.4	0.00	0.00	0.00
T-118	7.13	17.4	0.16	0.67	0.25
T-119	13.88	57.0	1.28	0.50	0.07
T-120	11.69	17.4	0.00	0.00	0.00
T-121	14.59	57.0	1.28	0.50	0.07
T-122	4.16	17.4	0.00	0.00	0.00
T-123	30.02	57.0	1.28	0.50	0.15
T-124	5.89	17.4	0.00	0.00	0.00
T-125	18.88	57.0	1.28	0.50	0.10

FlexTable: Pipe Table					
Current Time: 0.000 hours					
Label	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Flow (Absolute) (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss (Friction) (m)
T-126	8.57	17.4	0.16	0.67	0.30
T-127	88.57	43.4	1.12	0.76	1.32
T-128	15.80	17.4	0.00	0.00	0.00
T-129	49.07	43.4	1.12	0.76	0.73
T-130	3.51	17.4	0.00	0.00	0.00
T-131	16.63	43.4	1.12	0.76	0.25
T-132	6.59	17.4	0.00	0.00	0.00
T-133	9.53	43.4	1.12	0.76	0.14
T-134	7.05	17.4	0.16	0.67	0.24
T-135	10.16	17.4	0.00	0.00	0.00
T-136	11.94	17.4	0.00	0.00	0.00
T-137	37.90	43.4	0.97	0.65	0.43
T-138	9.08	17.4	0.00	0.00	0.00
T-139	40.84	43.4	0.97	0.65	0.46
T-140	9.84	17.4	0.16	0.67	0.34
T-141	4.77	17.4	0.00	0.00	0.00
T-142	14.78	29.4	0.16	0.24	0.04
T-143	100.04	29.4	0.16	0.24	0.27
T-144	5.02	17.4	0.00	0.00	0.00
T-145	6.86	17.4	0.00	0.00	0.00
T-146	5.45	17.4	0.16	0.67	0.19
T-147	8.15	17.4	0.00	0.00	0.00
T-148	9.97	29.4	0.16	0.24	0.03
T-149	5.67	17.4	0.00	0.00	0.00
T-150	16.73	29.4	0.16	0.24	0.05
T-151	5.07	17.4	0.00	0.00	0.00
T-152	28.14	29.4	0.16	0.24	0.08
T-153	15.00	22.9	0.00	0.00	0.00
T-154	3.46	17.4	0.16	0.67	0.12
T-155	2.55	17.4	0.00	0.00	0.00
T-156	4.07	17.4	0.00	0.00	0.00
T-157	73.59	43.4	0.48	0.33	0.23
T-158	9.16	17.4	0.00	0.00	0.00
T-159	11.39	43.4	0.48	0.33	0.04
T-160	9.62	17.4	0.16	0.67	0.33
T-161	138.05	29.4	0.32	0.47	1.35
T-162	10.50	17.4	0.00	0.00	0.00
T-163	46.04	29.4	0.32	0.47	0.45
T-164	12.28	17.4	0.00	0.00	0.00
T-165	15.16	29.4	0.32	0.47	0.15
T-166	12.65	17.4	0.00	0.00	0.00
T-167	22.14	29.4	0.32	0.47	0.22
T-168	7.83	17.4	0.16	0.67	0.27

FlexTable: Pipe Table					
Current Time: 0.000 hours					
Label	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Flow (Absolute) (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss (Friction) (m)
T-169	4.42	17.4	0.00	0.00	0.00
T-170	6.56	17.4	0.00	0.00	0.00
T-171	9.22	17.4	0.00	0.00	0.00
T-172	21.52	29.4	0.16	0.24	0.06
T-173	12.41	17.4	0.16	0.67	0.43
T-174	4.30	17.4	0.00	0.00	0.00
T-175	11.93	17.4	0.00	0.00	0.00
T-176	37.92	43.4	1.13	0.76	0.57
T-177	6.54	17.4	0.00	0.00	0.00
T-178	42.34	43.4	0.48	0.33	0.13
T-179	7.22	17.4	0.16	0.67	0.25
T-180	7.36	17.4	0.00	0.00	0.00
T-181	11.58	29.4	0.16	0.24	0.03
T-182	6.09	17.4	0.00	0.00	0.00
T-183	29.66	29.4	0.16	0.24	0.08
T-184	9.42	17.4	0.00	0.00	0.00
T-185	6.85	29.4	0.16	0.24	0.02
T-186	3.59	29.4	0.00	0.00	0.00
T-187	7.72	17.4	0.16	0.67	0.27
T-188	5.15	17.4	0.00	0.00	0.00
T-189	25.84	29.4	0.16	0.24	0.07
T-190	3.80	17.4	0.00	0.00	0.00
T-191	24.73	29.4	0.16	0.24	0.07
T-192	9.97	17.4	0.00	0.00	0.00
T-193	5.33	29.4	0.16	0.24	0.01
T-194	9.30	17.4	0.16	0.67	0.32
T-195	9.79	29.4	0.00	0.00	0.00
T-196	11.93	29.4	0.00	0.00	0.00
T-197	9.42	17.4	0.00	0.00	0.00
T-198	9.94	17.4	0.00	0.00	0.00
T-199	13.98	17.4	0.00	0.00	0.00
T-200	24.49	43.4	0.64	0.43	0.13
T-201	14.01	17.4	0.16	0.67	0.48
T-202	10.59	17.4	0.00	0.00	0.00
T-203	115.75	43.4	0.48	0.33	0.36
T-204	8.74	17.4	0.00	0.00	0.00
T-205	8.12	43.4	0.48	0.33	0.03
T-206	6.34	17.4	0.00	0.00	0.00
T-207	29.77	43.4	0.48	0.33	0.09
T-208	14.68	17.4	0.16	0.67	0.51
T-209	5.91	17.4	0.00	0.00	0.00
T-210	7.26	29.4	0.32	0.47	0.07
T-211	4.89	17.4	0.00	0.00	0.00

FlexTable: Pipe Table					
Current Time: 0.000 hours					
Label	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Flow (Absolute) (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss (Friction) (m)
T-212	24.71	29.4	0.00	0.00	0.00
T-213	5.72	17.4	0.00	0.00	0.00
T-214	4.08	17.4	0.16	0.67	0.14
T-215	8.74	29.4	0.16	0.24	0.02
T-216	11.82	17.4	0.00	0.00	0.00
T-217	138.83	29.4	0.16	0.24	0.37
T-218	17.39	17.4	0.00	0.00	0.00
T-219	22.27	29.4	0.16	0.24	0.06
T-220	15.32	29.4	0.16	0.24	0.04
T-221	11.58	17.4	0.00	0.00	0.00
T-222	5.94	17.4	0.16	0.67	0.21
T-223	80.04	43.4	1.13	0.76	1.20
T-224	6.97	17.4	0.00	0.00	0.00
T-225	33.48	81.4	5.15	0.99	0.39
T-226	36.35	81.4	4.51	0.87	0.33
T-227	27.31	43.4	0.64	0.43	0.14
T-228	17.90	29.4	0.32	0.47	0.17
T-229	15.65	29.4	0.16	0.24	0.04
T-230	13.31	81.4	4.50	0.87	0.12
T-231	21.22	81.4	4.34	0.83	0.18
T-232	46.71	81.4	4.34	0.83	0.40
T-233	46.27	67.8	3.05	0.85	0.50
T-234	51.50	43.4	0.97	0.65	0.58
T-235	10.98	43.4	0.48	0.33	0.03
T-236	13.45	67.8	3.05	0.85	0.14
T-237	32.14	67.8	2.89	0.80	0.31
T-238	14.40	67.8	2.73	0.76	0.13
T-239	38.72	67.8	2.57	0.71	0.30
T-240	58.07	67.8	2.41	0.67	0.40
T-241	8.56	67.8	1.13	0.31	0.01
T-242	29.67	43.4	1.13	0.76	0.44
T-243	81.92	43.4	0.64	0.43	0.43
T-244	72.89	29.4	0.32	0.48	0.72
T-245	9.16	29.4	0.16	0.24	0.03
T-246	11.89	43.4	0.96	0.65	0.13
T-247	8.18	43.4	0.81	0.54	0.07
T-248	5.22	43.4	0.81	0.54	0.04
T-249	10.84	43.4	0.48	0.33	0.03
T-250	70.96	29.4	0.32	0.47	0.70
T-251	50.81	29.4	0.16	0.24	0.14
T-252	85.59	22.9	0.16	0.39	0.78
T-253	16.25	29.4	0.00	0.00	0.00
T-254	41.71	22.9	0.00	0.00	0.00

FlexTable: Pipe Table					
Current Time: 0.000 hours					
Label	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Flow (Absolute) (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss (Friction) (m)
T-255	90.13	29.4	0.16	0.24	0.25
T-256	13.52	29.4	0.32	0.47	0.13
T-257	12.10	29.4	0.32	0.47	0.12
T-258	155.54	81.4	5.31	1.02	1.91
T-259	186.02	81.4	5.31	1.02	2.29
T-260	30.39	29.4	0.00	0.00	0.00
T-261	66.17	29.4	0.00	0.00	0.00
T-262	29.74	43.4	0.48	0.33	0.09
T-263	30.52	29.4	0.48	0.71	0.63
T-264	7.91	81.4	4.51	0.87	0.07
T-265	54.50	81.4	4.50	0.87	0.50
T-266	0.15	81.4	4.02	0.77	0.00
T-267	31.86	81.4	4.02	0.77	0.23
T-268	5.89	81.4	4.02	0.77	0.04
T-269	53.24	22.9	0.00	0.00	0.00
T-270	4.76	17.4	0.00	0.00	0.00
T-271	89.42	43.4	0.48	0.33	0.28
T-272	91.31	43.4	0.32	0.22	0.13
T-273	68.55	29.4	0.32	0.47	0.67
T-274	51.01	43.4	0.96	0.65	0.57
T-275	87.66	43.4	0.97	0.65	0.98
T-276	15.39	29.4	0.16	0.24	0.04
T-277	60.29	29.4	0.16	0.24	0.17
T-278	65.16	29.4	0.16	0.24	0.18
T-279	248.72	29.4	0.16	0.24	0.67
T-280	155.67	29.4	0.00	0.00	0.00
T-281	131.09	29.4	0.00	0.00	0.00
T-282	9.26	17.4	0.00	0.00	0.00
T-283	6.40	17.4	0.00	0.00	0.00
T-284	36.47	57.0	2.57	1.01	0.66
T-285	6.17	17.4	0.16	0.67	0.21
T-286	4.36	57.0	2.41	0.94	0.07
T-287	5.46	17.4	0.00	0.00	0.00
T-288	18.51	57.0	2.41	0.94	0.30
T-289	6.88	17.4	0.00	0.00	0.00
T-290	31.43	57.0	2.40	0.94	0.51
T-291	7.65	17.4	0.00	0.00	0.00
T-292	26.06	57.0	2.40	0.94	0.42
T-293	5.02	17.4	0.16	0.67	0.17
T-294	9.38	57.0	2.24	0.88	0.13
T-295	34.64	57.0	2.24	0.88	0.49
T-296	6.13	17.4	0.00	0.00	0.00
T-297	43.12	57.0	2.57	1.01	0.78

FlexTable: Pipe Table					
Current Time: 0.000 hours					
Label	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Flow (Absolute) (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss (Friction) (m)
T-298	0.21	29.4	0.32	0.47	0.00
T-299	14.26	57.0	2.57	1.01	0.26
T-300	22.74	29.4	0.32	0.47	0.22
T-301	15.19	17.4	0.00	0.00	0.00
T-302	89.21	29.4	0.32	0.47	0.87
T-303	5.99	29.4	0.32	0.47	0.06
T-304	5.89	17.4	0.00	0.00	0.00
T-305	5.99	17.4	0.16	0.67	0.21
T-306	64.24	29.4	0.16	0.24	0.17
T-307	62.56	22.9	0.16	0.39	0.57
T-308	6.87	17.4	0.00	0.00	0.00
T-309	6.27	17.4	0.16	0.67	0.22
T-310	7.92	57.0	1.92	0.75	0.08
T-311	4.60	17.4	0.00	0.00	0.00
T-312	23.44	29.4	0.48	0.71	0.48
T-313	7.39	17.4	0.16	0.67	0.26
T-314	7.61	29.4	0.32	0.47	0.07
T-315	13.83	17.4	0.00	0.00	0.00
T-316	24.63	29.4	0.32	0.47	0.24
T-317	6.66	17.4	0.00	0.00	0.00
T-318	22.91	29.4	0.32	0.47	0.22
T-319	4.90	29.4	0.32	0.47	0.05
T-320	4.23	17.4	0.00	0.00	0.00
T-321	5.43	17.4	0.16	0.67	0.19
T-322	76.98	29.4	0.16	0.24	0.21
T-323	10.36	22.9	0.16	0.39	0.09
T-324	3.58	17.4	0.00	0.00	0.00
T-325	4.07	17.4	0.16	0.67	0.14
T-326	66.18	43.4	1.44	0.98	1.57
T-327	4.47	17.4	0.00	0.00	0.00
T-328	70.92	43.4	1.44	0.98	1.68
T-329	14.83	17.4	0.16	0.67	0.51
T-330	8.90	43.4	1.28	0.87	0.17
T-331	18.64	17.4	0.00	0.00	0.00
T-332	9.65	43.4	1.28	0.87	0.18
T-333	10.90	17.4	0.00	0.00	0.00
T-334	11.26	43.4	1.28	0.87	0.21
T-335	10.56	17.4	0.00	0.00	0.00
T-336	13.17	43.4	1.28	0.87	0.25
T-337	9.02	17.4	0.16	0.67	0.31
T-338	64.78	43.4	1.12	0.76	0.96
T-339	11.45	17.4	0.00	0.00	0.00
T-340	44.01	43.4	1.12	0.76	0.65

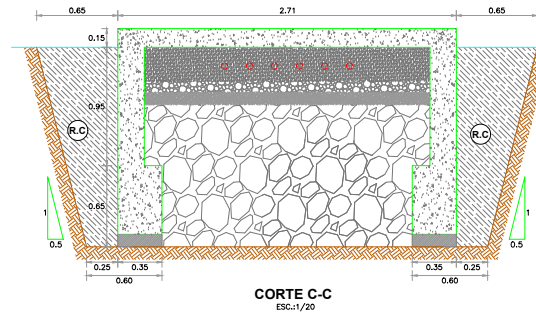
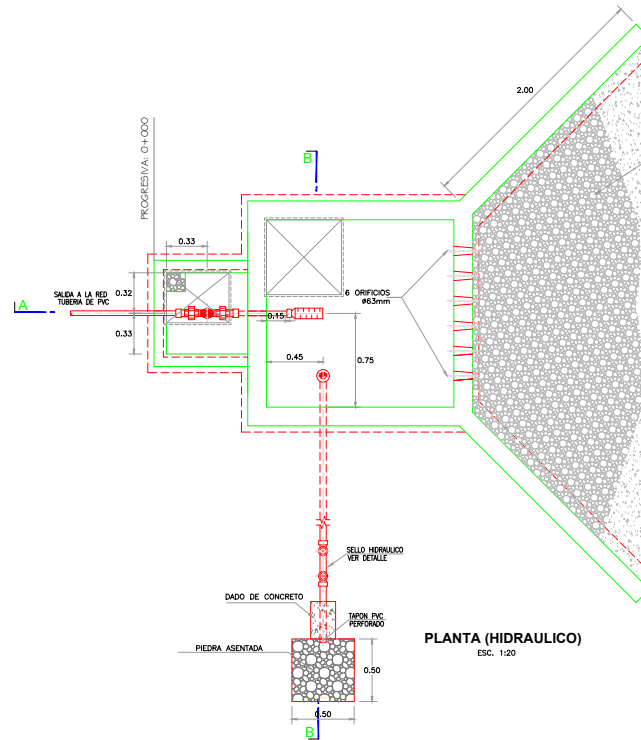
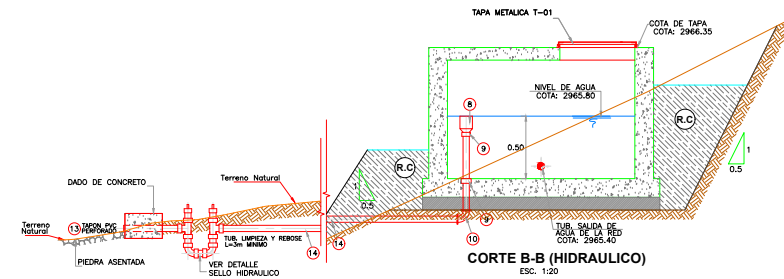
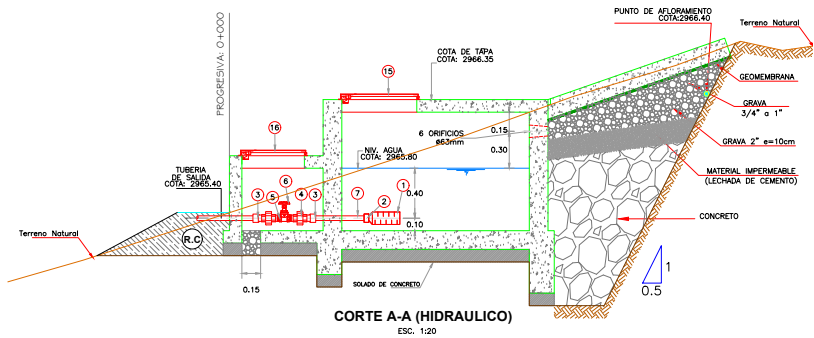
FlexTable: Pipe Table					
Current Time: 0.000 hours					
Label	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Flow (Absolute) (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss (Friction) (m)
T-341	9.22	17.4	0.00	0.00	0.00
T-342	13.60	43.4	1.12	0.76	0.20
T-343	7.68	43.4	1.12	0.76	0.11
T-344	3.34	17.4	0.00	0.00	0.00
T-345	18.64	17.4	0.16	0.67	0.64
T-346	10.08	29.4	0.16	0.24	0.03
T-347	8.04	17.4	0.00	0.00	0.00
T-348	96.06	29.4	0.16	0.24	0.26
T-349	48.13	22.9	0.16	0.39	0.44
T-350	11.32	17.4	0.00	0.00	0.00
T-351	7.36	17.4	0.16	0.67	0.25
T-352	76.06	43.4	0.80	0.54	0.61
T-353	5.98	17.4	0.16	0.67	0.21
T-354	8.53	43.4	0.64	0.43	0.04
T-355	7.40	17.4	0.00	0.00	0.00
T-356	24.26	43.4	0.64	0.43	0.13
T-357	4.11	17.4	0.00	0.00	0.00
T-358	13.35	43.4	0.64	0.43	0.07
T-359	14.09	17.4	0.00	0.00	0.00
T-360	28.92	29.4	0.64	0.94	1.01
T-361	13.13	17.4	0.16	0.67	0.45
T-362	12.83	29.4	0.48	0.71	0.26
T-363	16.96	17.4	0.00	0.00	0.00
T-364	31.51	29.4	0.48	0.71	0.65
T-365	8.27	29.4	0.48	0.71	0.17
T-366	4.56	17.4	0.00	0.00	0.00
T-367	9.85	29.4	0.48	0.71	0.20
T-368	9.90	17.4	0.00	0.00	0.00
T-369	19.19	29.4	0.16	0.24	0.05
T-370	11.81	22.9	0.00	0.00	0.00
T-371	6.22	17.4	0.16	0.67	0.21
T-372	4.90	17.4	0.00	0.00	0.00
T-373	12.83	29.4	0.32	0.47	0.12
T-374	8.75	17.4	0.00	0.00	0.00
T-375	5.81	17.4	0.00	0.00	0.00
T-376	10.75	29.4	0.32	0.47	0.10

FlexTable: Pipe Table					
Current Time: 0.000 hours					
Label	Length (Scaled) (m)	Diameter (mm)	Flow (Absolute) (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss (Friction) (m)
T-377	123.32	22.9	0.16	0.39	1.12
T-378	6.13	17.4	0.16	0.67	0.21
T-379	8.80	17.4	0.16	0.67	0.30
T-380	3.28	17.4	0.00	0.00	0.00
T-381	3.57	17.4	0.00	0.00	0.00
T-382	42.07	29.4	0.00	0.00	0.00
T-383	2.57	17.4	0.16	0.67	0.09
T-384	29.67	29.4	0.16	0.24	0.08
T-385	6.56	17.4	0.00	0.00	0.00
T-386	8.42	17.4	0.00	0.00	0.00
T-387	8.47	22.9	0.00	0.00	0.00
T-388	9.62	17.4	0.00	0.00	0.00
T-389	30.54	29.4	0.00	0.00	0.00
T-390	4.30	17.4	0.16	0.67	0.15
T-391	43.76	29.4	0.16	0.24	0.12
T-392	16.23	29.4	0.16	0.24	0.04
T-393	7.31	17.4	0.00	0.00	0.00
T-394	4.70	17.4	0.00	0.00	0.00
T-395	8.24	43.4	0.32	0.22	0.01
T-396	94.56	43.4	0.16	0.11	0.04
T-397	52.79	29.4	0.16	0.24	0.14
T-398	86.21	29.4	0.16	0.24	0.23
T-399	47.82	22.9	0.00	0.00	0.00
T-400	41.14	22.9	0.00	0.00	0.00
T-401	5.29	17.4	0.00	0.00	0.00
T-402	22.38	57.0	1.92	0.75	0.24
T-403	93.76	57.0	1.92	0.75	1.00
T-404	49.17	43.4	0.32	0.22	0.07
T-405	33.28	29.4	0.32	0.47	0.32
T-406	15.31	29.4	0.48	0.71	0.31
T-407	41.60	29.4	0.48	0.71	0.86
T-408	57.07	29.4	0.32	0.47	0.55
T-409	0.03	67.8	2.39	0.66	0.00
T-410	5.84	43.4	0.48	0.33	0.02
T-411	10.96	43.4	0.48	0.33	0.03
T-412	13.57	17.4	0.00	0.00	0.00

ANEXO E
PLANOS HIDRAULICOS DE LAS ESTRUCTURAS

Anexo.B.1

Plano hidráulico de la Captación



NORMAS TECNICAS		
PRODUCTO	NORMAS / ESPECIFICACIONES	DIAMETRO NOMINAL DE TUBERIAS
TUBERIA DE POLICARBONATO DE VINILO NO PLASTIFICADO P.V.C. - U.P.	N.T.P. - ISO 1462: 2011	Ø 63mm, 75mm, 90mm, 110mm
ACCESORIOS DE POLICARBONATO DE VINILO NO PLASTIFICADO P.V.C. - U.P.	N.T.P. - ISO 1462: 2011 ACCESORIOS	Ø 63mm, 75mm, 90mm, 110mm
TUBERIA DE POLICARBONATO DE VINILO NO PLASTIFICADO P.V.C. - U.P.	N.T.P. - INATEC N° 389-002: 2003	Ø 102, 344", 1", 1 1/2"
ACCESORIOS DE POLICARBONATO DE VINILO NO PLASTIFICADO P.V.C. - U.P.	N.T.P. - INATEC N° 389-002: 2003 ACCESORIOS	Ø 102, 344", 1", 1 1/2", 2", 2 1/2", 3", 4"

ACCESORIOS			
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	DIAM.
SALIDA			
1	CANASTILLA PVC SP	1	3"
2	UNION PVC SP	1	2"
3	ADAPTADOR PR PVC SP	2	2"
4	UNION UNIVERSAL DE PVC SP	2	2"
5	NIPLE DE PVC SP	2	2"
6	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE	1	2"
7	TUBERIA PVC SP, L=1.00m	1	2"
REBOSE			
8	CONO DE REBOSE PVC SAL	1	4"
9	UNION PVC SAL	2	3"
10	CODO 90° PVC SAL	3	3"
11	TEE PVC SAL	2	3"
12	TAPON MACHO PVC SAL	2	3"
13	TAPON PERFORADO PVC SAL	1	3"
14	TUBERIA PVC SAL, L=6.00m	1	3"
15	TAPA METALICA SANITARIA ø=1/8" 0.4mmx0.5m	1	---
16	TAPA METALICA SANITARIA ø=1/8" 0.4mmx0.5m	1	---

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TERRENO NATURAL
	CAPTACION EN PLANTA
	CAPTACION EN CORTE
	RELLENO COMPACTADO

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

ESCUELA: **ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL INGENIERIA MECANICA DE FLUIDOS**

ELABORADO POR: **BACHILLER: SEGURA CAYETANO LEONCIO ANANIAS**

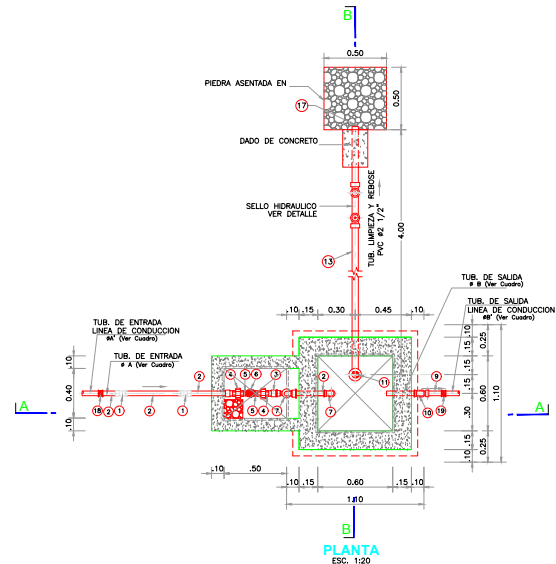
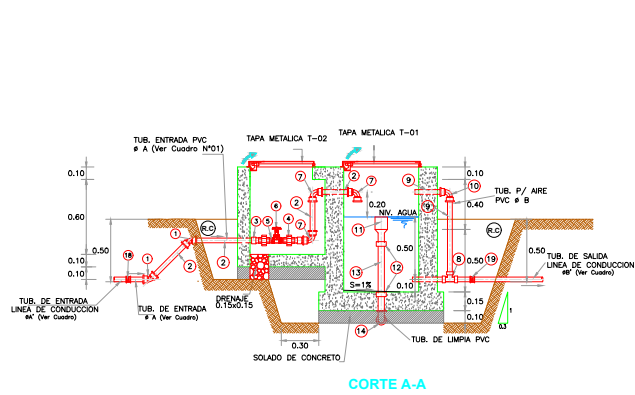
PLANO: **"DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE CHIRCHIR, DISTRITO DE CONDEBAMBA - CAJAMARCA"**

DEPARTAMENTO: **LIMA** ESCALA: **INDICADAS** PLANO N°: **CM-01**

FEDAT: **Noviembre 2018**

Anexo.B.2

Plano hidráulico de la CRP



CAMARA ROMPE PRESION EN TUB. PVC

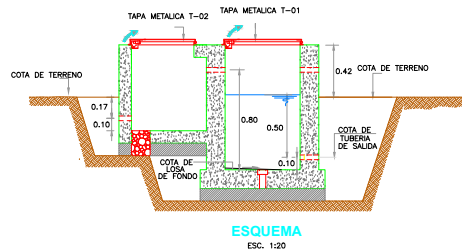
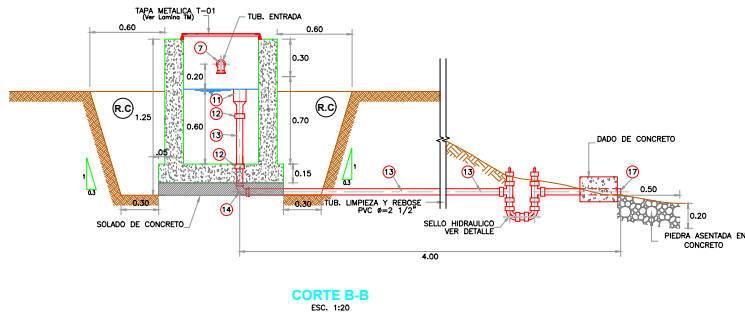
METRADO DE ACCESORIOS

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	DIAM.
INGRESO			
1	CODO 45° PVC SP	2	# A
2	TUBERIA PVC SP, L=1.40m	1	# A
3	ADAPTADOR PH PVC SP	3	# A
4	UNION UNIVERSAL PVC SP	2	# A
5	NIPLE PVC SP	2	# A
6	VALVULA DE CIERRE DE BRONCE	1	# A
7	CODO 90° PVC SP	3	# A
18	NIPLE PVC	1	# A' o #A
SALIDA			
8	TEE PVC SP	1	# B
9	TUBERIA PVC SP, L=0.90m	1	# B
10	CODO 90° PVC SP	1	# B
19	NIPLE PVC	1	# B' o #B
LIMPIA-REBOSE			
11	CODO REBOSE PVC SAL	1	3"
12	UNION PVC SAL	2	2 1/2"
13	TUBERIA PVC SAL, L=4.75m	1	2 1/2"
14	CODO 90° PVC SAL	3	2 1/2"
15	TEE PVC SAL	2	2 1/2"
16	TAPON MACHO PVC SAL	2	2 1/2"
17	TAPON PVC SAL PERFORADO	1	2 1/2"

NOTAS:
- #A, #B, #A' y #B' VER CUADRO
- Los accesorios N°18 y N°19 se usará solo en tuberías (Ø ≥ 63mm) para pasar de la N.T.P. 800 a la N.T.P. 1000.

CUADRO N° 01 CRP T-06 EN LA LINEA DE CONDUCCION EN PVC

DESCRIPCION	ENTRADA		SALIDA		COTAS					COORDENADAS	
	TUBERIA Ø A'	TUBERIA Ø A	TUBERIA Ø B'	TUBERIA Ø B	Cota de Losa de Fondo (msnm)	Cota de Tubería de Salida (msnm)	Cota de Nivel de Agua (msnm)	Cota de Terreno (msnm)	Cota de Tapa (msnm)	ESTE (X)	NORTE (Y)
CRP T-06 #01	63mm	2"	63mm	2"	2920.57	2920.67	2921.07	2,921.15	2921.57	824,061.74	9,170,352.24
CRP T-06 #02	63mm	2"	63mm	2"	2889.91	2890.01	2890.41	2,890.49	2890.91	824,019.23	9,170,462.80



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

ESCUELA: **ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL INGENIERIA MECANICA DE FLUIDOS**

ELABORADO POR: **BACHILLER: SEGURA CAYETANO LEONCIO ANANIAS**

PLANO: **CAMARA ROMPE PRESION TIPO 6"**

PLANTA-CORTE - DETALLES HIDRAULICAS

TEMA: **"DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE CHIRCHIR, DISTRITO DE CONDEMBAMBA - CAJAMARCA"**

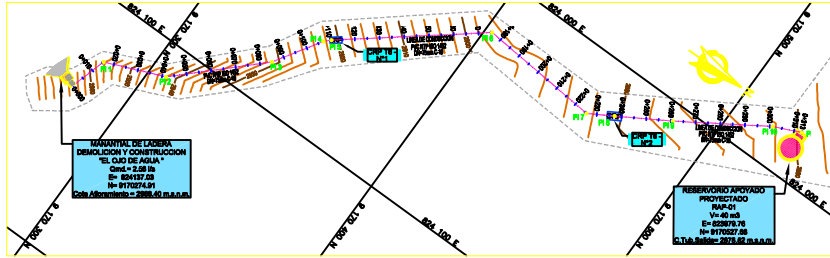
DEPARTAMENTO: **LIMA**

FECHA: **NOVIEMBRE 2018**

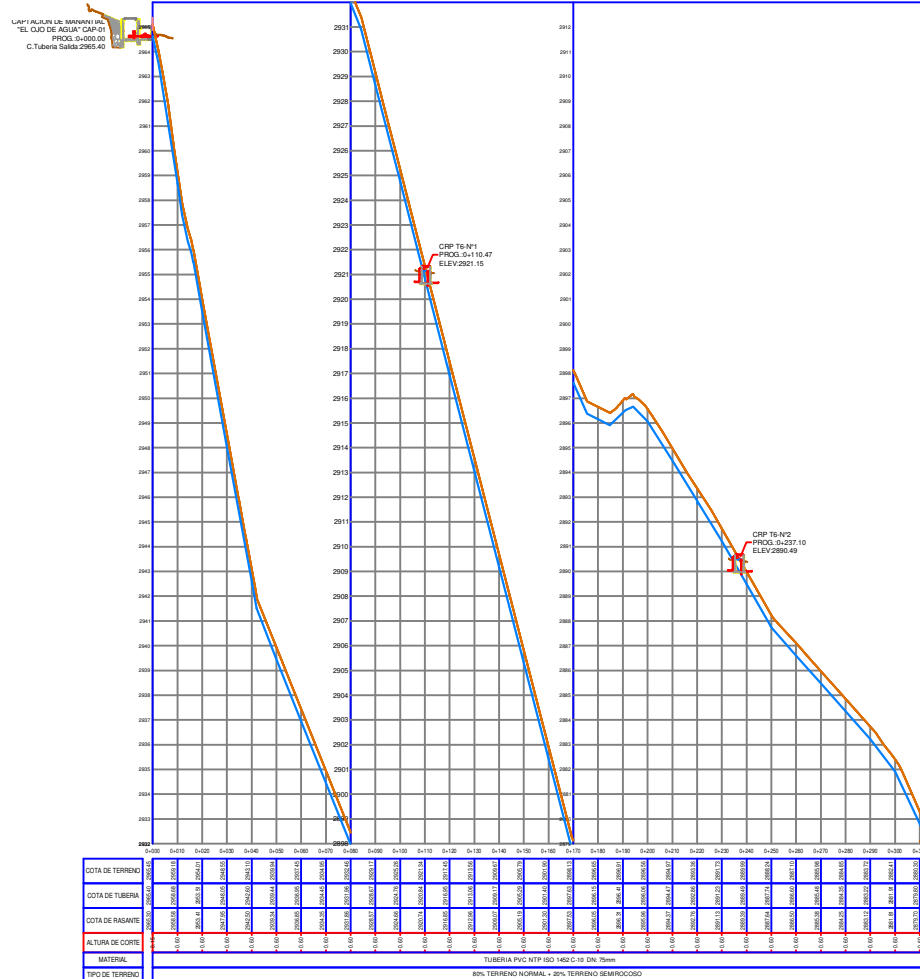
ESCALA: **INDICADAS**

PLANO N°: **CR-01**

ANEXO F
PLANO HIDRAULICOS DE LAS LINEAS Y REDES DE
DISTRIBUCION



PLANTA: DE LINEA DE CONDUCCION PROYECTADO
ESC: 1/1000



PERFIL LONGITUDINAL: DE LINEA DE CONDUCCION PROYECTADO
ESD N: 1/1000
N: 1/1000

Nombre de la Fuente de Agua	Ubicación de Captación en coordenadas UTM (Datum WGS84, Zona 17)			
	Este	Norte	Cota de afioramiento	Cota de terreno
"EL OJO DE AGUA"	824337.03	9170274.91	2966.4	2965.4

RESERVOIR	Ubicación de Reservorio en coordenadas UTM (Datum WGS84, Zona 17)		
	Este	Norte	Cota de Llave
"EL OJO DE AGUA"	824337.03	9170274.91	2966.4

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
[Símbolo]	MONTE MONTE
[Símbolo]	CAPTACIÓN DE MANANTIAL PROYECTADA
[Símbolo]	RESERVOIR APOYADO PROY.
[Símbolo]	LINEA DE CONDUCCION PVC 8" (PROYECTADO)
[Símbolo]	TERRENO NATURAL EXISTENTE
[Símbolo]	LINEA DE TUBERIA PROYECTADA
[Símbolo]	PROGRESAR EN LINEA DE CONDUCCION
[Símbolo]	PUNTO DE INYECCION
[Símbolo]	CURVAS DE NIVEL

ESPECIFICACIONES TECNICAS

1.00. DE LOS MATERIALES

1.01. TUBERIA DE PVC A PRESION

ALOS TUBOS DE PVC PARA CONDUCCION DE AGUA A PRESION
DEBEN FABRICARSE DE ACUERDO A LAS NORMAS TECNICAS
TUBERIA PVC NTP 200.020.200.020.127
TUBERIA PVC NTP 200.020.200.020.127
TUBERIA PVC NTP 200.020.200.020.127
SE DEBE UTILIZAR LA TUBERIA DE PVC PARA SU RESISTENCIA DEL
TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO, INSTALACION POR SU ALTA
RESISTENCIA A LA ABRASION Y A LOS AGENTES QUIMICOS
Y CORROSIVOS.

1.02. ACCESORIOS DE PVC A PRESION

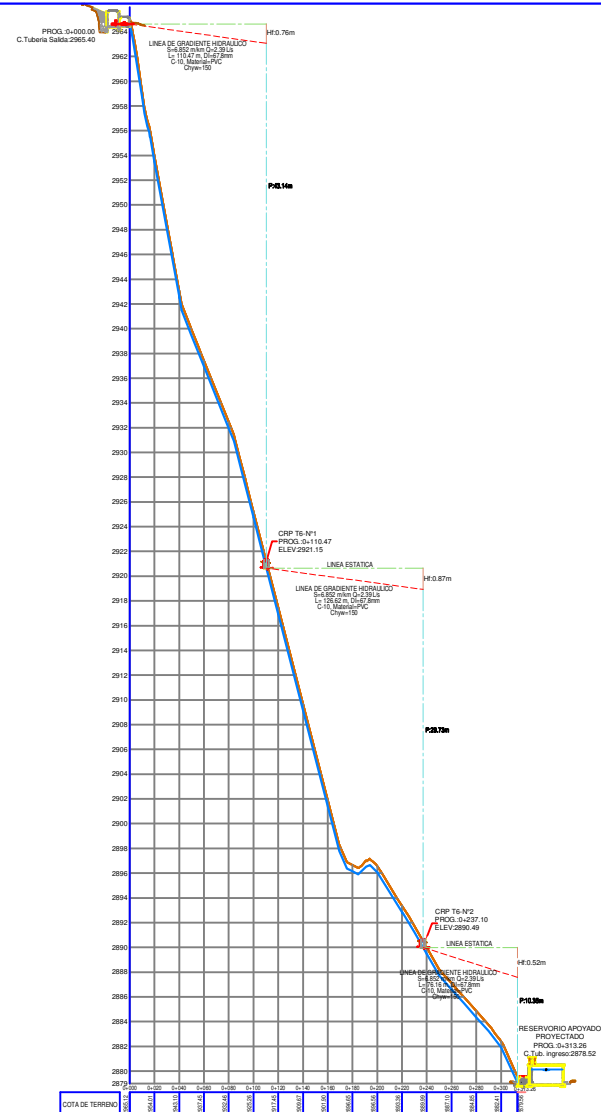
AL LOS ACCESORIOS SERAN FABRICADOS A INYECCION Y DEBERAN
CUMPLIR CON LA NORMA TECNICA NACIONAL RESPECTIVA PARA
ACCESORIOS ROSCADOS O A SIMPLE PRESION.

2.00. EJECUCION DE OBRAS

2.01. EXCAVACION

A) LA EXCAVACION EN CORTE ABIERTO SERA HECHA A MANO
A TRAZO ANCHO Y PROFUNDIDADES REGULARS PARA
LA CONSTRUCCION DE ACUEDUCTO A LOS PUNOS Y/O
ESPECIFICACIONES.
B) EL ANCHO DE LA ZANA DEBE SER TAL QUE FACILITE EL MONTE
DE LOS TUBOS, CON EL RESALDO Y COMENTARIO ADECUADO.
LAS EXCAVACIONES NO DEBEN EFECTUARSE SIN DEMARCACION
ANTICIPADA A LA CONSTRUCCION PARA EVITAR DESVIACIONES
Y ACCIDENTES.
C) DE DISPOSICION, COMO MINIMO, 10 CM A CADA LADO DE LA
TUBERIA PARA PODER REALIZAR EL MONTE. LA ZANA DEBE
SER LO MAS ANCHA POSIBLE DENTRO DE LOS LIMITES
PRACTICABLES Y QUE PERMITA EL TRABAJO CONTINUO DE ELLA
SI ES NECESARIO.

LINEA	LOCAL	DIRECCION	PUNTO INICIAL	PUNTO FINAL
PI-PI-1	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-2	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-3	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-4	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-5	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-6	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-7	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-8	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-9	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-10	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-11	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-12	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-13	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-14	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-15	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-16	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-17	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-18	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-19	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-20	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-21	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-22	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-23	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-24	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-25	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-26	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-27	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-28	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-29	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-30	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-31	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-32	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-33	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-34	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-35	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-36	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-37	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-38	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-39	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-40	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-41	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-42	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-43	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-44	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-45	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-46	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-47	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-48	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-49	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03
PI-PI-50	50.00	N 87° 47' 24" E	824337.03	824337.03



PERFIL TRANSVERSAL: DE LINEA DE CONDUCCION PROYECTADO
ESD: 1/2000

**UNIVERSIDAD NACIONAL
MAYOR DE SAN MARCOS**

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL
INGENIERIA MECANICA DE FLUIDOS**

ELABORADO POR: **BACHILLER: SEGURA CAYETANO LEONCIO ANANIAS**

PLANO: **LINEA DE CONDUCCION**

FECHA: **NOVIEMBRE 2018**

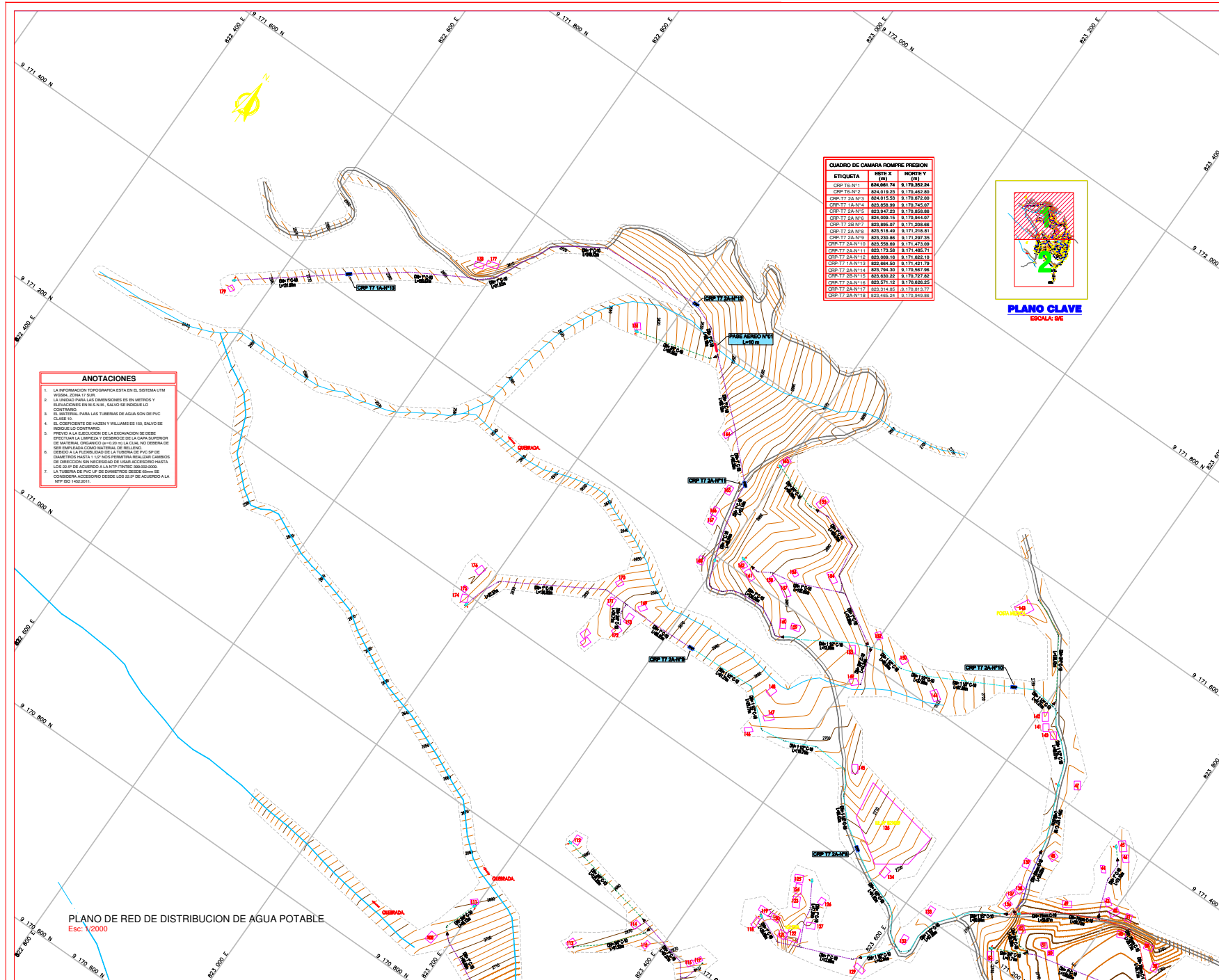
ESCALA: **INDICADAS**

PLANO N: **LC-01**

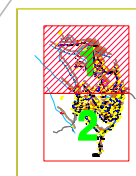
TEMA: "DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD
DE CHIRCHIR, DISTRITO DE CONDEBAMBA - CAJAMARCA"

Anexo C.1
Plano de Gradiente hidráulica de la línea de
conducción

Anexo C.2
Plano de la línea de conducción y red de
distribución de agua potable



ETIQUETA	ESTE X	NORTE Y
CRP TB-N°1	824.081.74	1.170.352.24
CRP TB-N°2	824.019.23	1.170.482.24
CRP-TT 2A-N°3	824.015.53	1.170.672.06
CRP-TT 1A-N°4	825.859.99	1.170.745.63
CRP-TT 1A-N°5	825.847.23	1.170.854.65
CRP-TT 2A-N°6	824.009.15	1.170.944.63
CRP-TT 2B-N°7	823.895.67	1.171.208.66
CRP-TT 2A-N°8	823.518.49	1.171.218.83
CRP-TT 2A-N°9	820.230.86	1.171.297.33
CRP-TT 2A-N°10	823.558.69	1.171.473.35
CRP-TT 2A-N°11	823.173.58	1.171.485.73
CRP-TT 2A-N°12	820.009.16	1.171.622.10
CRP-TT 1A-N°13	822.664.50	1.171.421.17
CRP-TT 2A-N°14	823.794.30	1.170.587.94
CRP-TT 2B-N°15	826.630.22	1.170.792.79
CRP-TT 2A-N°16	825.847.23	1.170.854.65
CRP-TT 2A-N°17	823.314.85	1.170.913.73
CRP-TT 2A-N°18	823.445.24	1.170.843.97



ANOTACIONES

1. LA INFORMACION TOPOGRAFICA ESTA EN EL SISTEMA UTM WGS84, ZONA 17 SUR.
2. LA UNIDAD PARA LAS DIMENSIONES ES EN METROS Y LAS ALTITUDES EN M.S.N.M., SALVO SE INDIQUE LO CONTRARIO.
3. EL MATERIAL PARA LAS TUBERIAS DE AGUA SON: PVC DE 100 CM DE DIAMETRO Y EL COEFICIENTE DE HAZEN Y WILLIAMS ES 150. SALVO SE INDIQUE LO CONTRARIO.
4. PARA LA A. E. EJECUCION DE LA EXCAVACION SE DEBE EFECTUAR LA LIMPIEZA Y DESBORDO DE LA CAPA SUPERIOR DE MATERIAL ORGANICO (± 0.20 m) LA CUAL NO DEBERA DE SER RECHAZADA COMO MATERIAL DE RECHUSO EN EL EMPLEO.
5. DEBIDO A LA FLEXIBILIDAD DE LA TUBERIA DE PVC NO SE DE DIAMETROS HASTA 1.00" NOS PERMITIRA REALIZAR CAMBIOS DE DIRECCION SIN NECESIDAD DE USAR ACCESORIOS HASTA LOS 20.39" DE ACUERDO A LA NTP 17107EC (366.002.0003).
6. EL TUBERO DE PVC UP DE DIAMETROS DEBES 63mm SE PUEDE USAR ACCESORIO DEBIDO LOS 20.39" DE ACUERDO A LA NTP 10 1452.0011.

[illegible][illegible]

<h1 style="text-align: center; color: red;">UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS</h1>			
<p>ESUELA: ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL INGENIERIA MECANICA DE FLUIDOS</p>			
<p>ELABORADO POR: BACHILLER: SEGURA CAYETANO LEONCIO ANANIAS</p>			
<p>PLANO:</p> <p style="color: red; font-weight: bold; text-align: center;">RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE</p>		<p>TESIS:</p> <p style="color: red; font-weight: bold; text-align: center;">"DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE CHIRCHIR, DISTRITO DE CONDEMBAMBA - CAJAMARCA"</p>	
<p>DEPARTAMENTO:</p> <p style="color: red; font-weight: bold; text-align: center;">LIMA</p>		<p>ESCALA:</p> <p style="color: red; font-weight: bold; text-align: center;">INDICADAS</p>	
<p>FEDAT:</p>		<p style="color: red; font-weight: bold; text-align: center;">NOVIEMBRE 2018</p>	
		<p style="color: red; font-weight: bold; font-size: 2em;">AP-02</p>	